AS. 15/8/56.
PLEASE EXCHANGE
EXD.

岡山大學
農學部學術報告

第8号

SCIENTIFIC REPORTS
OF THE
FACULTY OF AGRICULTURE OKAYAMA UNIVERSITY

No. 8

昭和31年3月
MARCH 1956

岡山大学農学部発行
PUBLISHED BY THE FACULTY OF AGRICULTURE
OKAYAMA UNIVERSITY, OKAYAMA, JAPAN

Digitized by the Internet Archive
in 2025

https://archive.org/details/scientific-reports-faculty-of-agriculture-okayama-uni_1956-03_31_8

目　次

春 川 忠 吉：温度と昆虫の発育とに関する Pradhan 学説の吟味……………………1

志 茂 山 貞 二
鈴 木 増 夫：水稲の出穂期前後に於ける風雨害に就て………………………………8
第４報　潮風中の塩分濃度が水稲の生育並に稔実に及ぼす影響

小 合 龍 夫：作物の塩害に関する研究…………………………………………21
第３報　小麦の根部に於ける通気と塩害発現との関係

和 田 宏
湯 原 正 高：反芻家畜の Relaxin に関する研究…………………………………31
（４）妊娠及び分娩後の山羊及び緬羊の血清中の Relaxin の濃度

和 田 宏
湯 原 正 高：反芻家畜の Relaxin に関する研究…………………………………39
（５）妊娠及び分娩後の牛の尿中の Relaxin

益 田 忠 雄
林 清 史：葱頭の採種に関する研究……………………………………………45
第１報　開花について
第２報　雌蘂の花柱の伸長及び授精力保有期間について

堀 慧
田 辺 昭：Counter current 装置による Ensilage 中の
揮発性脂肪酸の定量について…………………55

池 田 長 守
宇 渡 清 六
岸 本 修：薄荷の育種学的研究　第７報…………………………………………62
日本薄荷と *M. rotundifolia* (L.) Hud. との F_1 の細胞遺伝学的研究

Contents

HARUKAWA, C. :

Examination of PRADHAN's Theory relating to the Relation of Temperature to the Development of Insects. 1

SHIMOYAMA, T. and SUZUKI, M. :

Studies on the Wind or the Storm-Damages to Rice Plant in the Stages before and after Heading. 8

IV. The influences of salt concentration in briny-wind upon the growth and the development of kernels.

OGO, T. :

Studies on the Saline Injury on Crops (III) 21

On the relations between the air supply to the root zones on wheat and the appearance and the dovelopment of the saline injury.

WADA, H. and YUHARA, M. :

Studies on Relaxin in Ruminants. 31

(4) Concentration of relaxin in the blood serum of pregnant and postpartum goats and ewes.

WADA, H. and YUHARA, M. :

Studies on Relaxin in Ruminatns. 39

(5) Relaxin in the urine of the pregnant and postpartum cows.

MASUDA, T. and HAYASHI, K. :

Studies on the Seed Raising of Onion. 45

1) On the flower period and the flowering behavior.

2) On the length of styles and receptive period of pistils.

HORI, S. and TANABE, A. :

The Quantitative Determination of Volatile Fatty Acids in Ensilage by Counter Current Distribution Apparatus. 55

IKEDA, N., UDO, S. and KISHIMOTO, O. :

Studies of Mint Breeding VII 62

Cytogenetical studies on the F_1 hybrid which involves *M. arvensis* L. var. *piperascens* MAL. and *M. rotnndifolia* (L.) Hud.

温度と昆虫の発育とに関する PRADHAN 学説の吟味

春川忠吉

Examination of PRADHAN's Theory relating to the Relation of Temperature to the Development of Insects.

Chukichi HARUKAWA

PRADHAN's theory relating to the relationship between temperature and the velocity of insect development has been examined using the data published by previous workers.

It has been found that the formula proposed by PRADHAN may be applicable to the data obtained with *Gnorimoschema operculella* and *Chilo simplex*, of the data examined by the writer.

In the case of the other insects, PRADHAN's formula can not be applied ; because in these cases the velocity curves are found to possess a straight line portion in a fairly wide range of the medial temperatures. The examples of such cases are :

Lepidoptera *Bombyx mori* ; Coleoptera *Callosobruchus chinensis*, *Acanthoscelides obtectus* ; Hymenoptera *Eutomostethus juncivorus*, *Neocatolaccus mamezophagus* ; Diptera *Chaetodacus cucurbitae*.

Another point of interst is that PRADHAN's formula does not seem to fit the experimental data accurately when temperatures of rearing are beyond the temperature of the maximum rate of development. This seems to be due to the fact that the velocity curve of insect development is in most cases not symmetrical on the right and left sides, the central point being the temperature of the maximum development. This point, however, seems to be worth further investigation.

1

昆虫の発育と温度との関係の研究は単に生物学上興味ある問題であるのみならず，応用上にも価値があるので，この関係を函数として取り扱おうとする試は少くなかつた．これらの中で PRADHAN, (1945) [1] の試は最も新しいものゝ1つであり，理論的にも，また，実用面からも意義あるものであると思う．

PRADHAN の学説は WIGGLESWORTH の昆虫生理学第２版に簡単に紹介されてあるが，わが国においては，この説について何等紹介されたものはないものゝようである．筆者は PRADHAN 氏の好意により，この学説の基く理論およびそれを実験成績によつて吟味した報文を読み，頗る興味を感じたので，筆者の手元にある若干の実験データを基礎として，PRADHAN 学説の吟味を試みた．こゝにその紹介をかねて，筆者が行つた検討の結果を簡単に述べてみたい。

2. PRADHAN 学説

昆虫の発育と温度との関係について，従来提出された諸説の欠点を考慮して PRADHAN は次の公式を提出した．

$$Y = Yo\ e^{-ax^2}$$

この式において Y は氏がいう発育指数で，発育に要する日数の逆数である．便宜上，それを 100 倍した数値を採用する．即ちこれはわが国でいう発育速度である．Yo は最大発育指数，x は最大発育指数を示す温度と寒暖計の示度との差，e は自然対数の底，a は1つの恒数であつて温度の上昇に伴う発育速度変化の有様を示す係数である．後に PRADHAN はこの式を次の如く改めた．[2)]

$$Y = Yo\ e^{-\frac{a}{2}x^2}$$

氏がこの形を採用するに至つたのには若干の理論上の根拠があるが，こゝではその点には触れないことゝする．

本報告においては，便宜上，この式を次の形に書きかえて用いることゝする．

$$Y = Yo\ e^{-\frac{1}{2}a\ (T-x)^2}$$

この式においては T は最大発育速度を示す温度であり，x は実験を行う温度である．その他の記号はこれまでと同様の意義を有する．

PRADHAN の式は氏も認めている如く1種の指数函数（Exponential function）と見ることが出来る．氏は生長速度は温度の高低によつて増減する加速度現象であるが，しかも，その加速度自身が変化する割合も温度の高低によつて変化するという理論に立つているのである．

PRADHAN の式と従来発表されている諸説との差違・得失については，氏が仔細に論じて居るので，こゝにそれを繰り返すことは省略する．しかし，たゞ，次の諸点を指摘しておきたい．

昆虫の発育速度は温度の上昇と共に増大するが，或温度で最大速度に達し，それを超えれば発育速度はかえつて減少する．しかし実験に基いて知られて居ることは，発育速度の変化を示す曲線は最大発育速度を示す温度を境界として，低温・高温両側に向つて降下するが，その速度減少の有様は多くの場合において，左右相称的ではなく，高温の側において減少が急速である．

然るに PRADHAN の公式によれば発育速度曲線の変化は最大発育速度を示す温度を境界として低温・高温の両側に全く相称的に行われて行くべきことを規定している．それ故に恒数 a が一定の値をもつものとすれば PRADHAN の公式によつては実際の発育速度曲線を表示し得ない筈である．これと同様の欠陥は JANISCH の理論にも伴う筈である．

なお，もうひとつ指摘しておきたいことがある．PRADHAN の公式によれば当然の帰結として発育速度は如何に低温においても O にはならない．たゞ無限に O に近づくだけである．このことは昆虫の生長の実際とは一致しない．同様の欠陥は JANISCH の説などにも存するのである．

これらの問題点はあるとしても，PRADHAN の公式によれば，実験の設計さえ適正をえておれば，公式に入つている恒数の値は，総て計算によつて，比較的容易に決定することが出来る．この点は氏が説いている如く，従来の諸学説に比べて優れているところである．

PRADHAN 学説の解説は上述した程度にとゞめて，この式を実験の成績にあてはめた場合にどんな結果がえられるかを検討してみよう．

3. PRADHAN 式の吟味

PRADHAN は鱗翅類昆虫1種，直翅類1種，および膜翅類1種の卵，幼虫及び蛹の各時代の発育と温度との関係を研究した実験成績に彼の式を適用して，実験成績と理論値とが良く一致したと報告している.[2]

筆者が思うに，問題となることは氏の式が氏が用いた実験成績以外のデータにも，果して適合するかどうかという点である.

諸学者が行つた従来の実験結果によれば，温度と発育速度との関係を示す曲線は必ずしも全面的には曲線をなさず，中庸の温度にあつては，相当に広い温度範囲にわたつて，むしろ，良く直線に合致する場合が少くない．この温度範囲が極めて狭い場合には，このことは敢て問題とするには値せぬかも知れない．しかし，発育速度曲線が相当に広範囲にわたつて直線と合致する場合には，これに PRADHAN の理論をあてはめようと試みることは明らかに不合理である．筆者は実験結果が PRADHAN の公式によつて表現されうるか否かを検するに次の2つの方法を用いた．その1は図法による検定である．PRADHAN によれば発育速度の対数値は $(T-x)^2$ に対して直線的な関係を有しているというのである．第2の方法は，まず実験成績が PRADHAN の公式に適合するものと仮定して恒数の算出を試みるのである．若しも実験データが氏の理論に適合せぬものであれば恒数の算出は不可能である．こうした場合には実験成績に基いて温度と発育速度との関係を示す曲線をえがいてみて，それがほゞ直線を示すと推定されるものについては直線式，$Y=b(x-t)$ をあてはめ得るかどうかを最小二乗法によつて計算してみるのである．この式において，Y は発育速度，x は温度，t は理論上の発育零点であり，b は速度増加の割合を示す恒数である.

この報文において温度と発育速度との関係の研究に用いた資料は鱗翅目3種，膜翅目2種，鞘翅目2種，及び雙翅目1種であつて，既に発表された同学の諸学者の実験成績である．検討の結果は次に記すとおりである.

i) PRADHAN 式を適用し得る例

ジヤガイモガ *Gnorimoschema operculella* (ZELLER) [3]

ニカメイガ *Chilo simplex* BUTLER [4]

この2種にあつては第1表ならびに図によつて見られるごとく，ほゞ，PRADHAN の式を適用しうるものと考えることができる.

ii) PRADHAN 説を適用しえざる例

カイコ *Bombyx mori* L.[5]

アズキゾウムシ *Callosobruchus chinensis* (L.) [6]

インゲンゾウムシ *Acanthoscelides obtectus* (SAY) [7]

イハバチ *Eutomostethus juncivorus* (ROHWER) [8]

ゾウムシコガネコバチ *Neocatolaccus mamezophagus* ISHII et NAGASAWA [9]

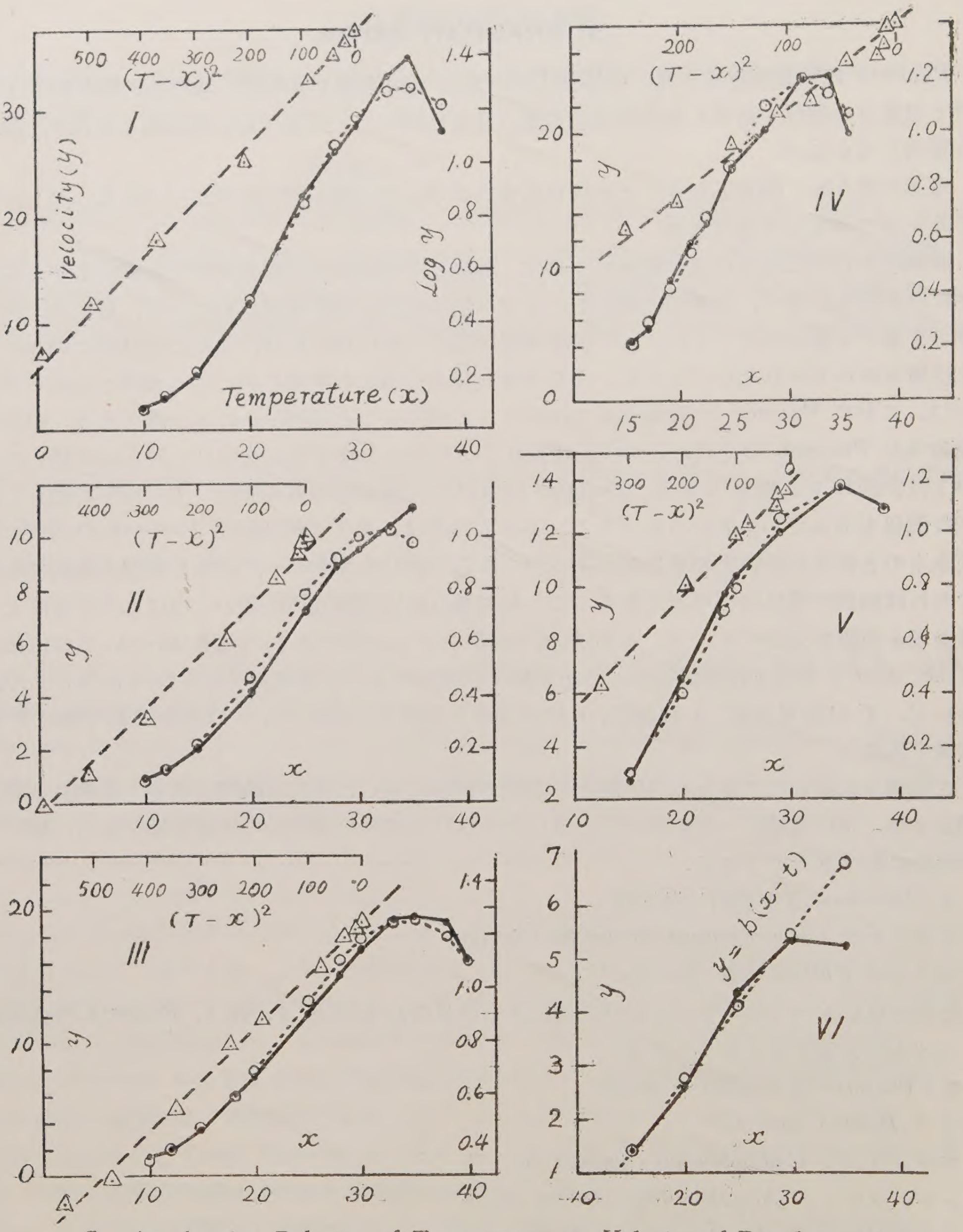
ウリミバエ *Chaetodacus cucurbitae* (COQUILLETT)[10]

これらの場合にあつては中庸な温度においては，かなり広範な温度にわたつて直線式

$$Y=b(x-t)$$

に適合する．従つて PRADHAN の説を適用することは不可能であつた.

これらの例にあつては或る程度以下の低温および或る程度以上の高温においては発育速度曲線は最早，直線式には合致しない．このことは第2表に掲げた観測値と計算値とを比較すれば自ら



Graphs showing Relation of Temperature to Velocity of Development

Ⅰ *Gnorimoschema operculella*…………Egg Period

Ⅱ 〃 〃 …………Larval and Prepupal Period

Ⅲ 〃 〃 …………Pupal Period

Ⅳ *Chilo simplex* …………Egg Period

Ⅴ 〃 〃 …………Pupal Period

Ⅵ *Bombyx mori* …………Larval Period

Full lines ………… Observed Values.

Dotted lines with circles…… Calculated Values.

Broken lines with triangles……Relation between Logarithms of Developmental Velocities and $(T-x)^2$.

Table I　Temperature and Velocity of Development

A　*Gnorimoschema operculella*

Egg Period

Temp. C°	Velocity of Development	
	Observed	Calculated
10	2.298	2.098
12	3.095	3.222
15	5.316	5.720
20	12.165	12.406
25	21.834	21.399
28	26.246	26.591
30	28.571	29.360
33	33.222	31.815
35	34.965	32.042
38	28.089	30.721

$Y=32.09e^{-0.004577(34.41-x)^2}$

Larval and Prepupal Period

Temp. C°	Velocity of Development	
	Observed	Calculated
10	0.994	0.876
12	1.510	1.337
15	2.073	2.339
20	4.231	4.870
25	7.198	7.906
28	8.912	9.385
30	9.523	10.010
33	10.940	10.233
35	11.389	9.887

$Y=10.264e^{-0.004975(32.24-x)^2}$

Pupal Period

Temp. C°	Velocity of Development	
	Observed	Calculated
10	1.555	1.322
12	1.927	2.035
15	3.501	3.619
18	6.079	5.903
20	7.604	7.815
25	12.210	13.311
28	14.925	16.349
30	16.863	17.881
33	19.342	19.048
35	19.493	18.947
38	19.157	17.905
40	16.313	15.835

$Y=19.094e^{-0.004745(33.72-x)^2}$

B　*Chilo simplex*

Egg Period

Temp. C°	Velocity of Development	
	Observed	Calculated
15.5	4.54	4.22
17.1	5.31	5.88
19.1	8.97	8.63
20.9	11.97	11.26
22.5	13.26	13.94
24.6	17.63	17.51
28.0	20.66	22.24
31.2	23.98	24.08
33.9	24.29	23.07
35.6	19.79	21.32

$Y=24.087e^{-0.006894(31.4-x)^2}$

Pupal Period

Temp. C°	Velocity of Development	
	Observed	Calculated
15.2	2.79	3.01
20.0	6.41	6.00
23.9	9.52	9.15
25.0	10.75	9.95
29.0	12.05	12.72
34.6	13.69	13.89
38.6	12.98	12.93

$Y=14.19e^{-0.004387(34.0-x)^2}$

Table Ⅱ Temperature and Velocity of Development (2)

A *Entomostethus juncivorus*

Egg Period

Temp. C°	Velocity of Development	
	Observed	Calculated
12.0	3.436	3.550
15.0	5.747	5.798
16.7	7.142	7.073
19.9	9.259	9.471
23.0	12.500	11.795
24.9	13.333	13.369
27.0	14.287	14.794
27.5	13.698	15.165

$Y = 0.7496(x - 7.26)$

Larval Period
(Excluding Prepupal Period)

14.8	2.544	2.612
16.9	2.915	3.001
20.0	3.846	3.574
24.8	4.347	4.463
26.7	3.906	4.814

$Y = 0.1851(x - 0.682)$

B *Neocatolaccus mamezophagus*

From Egg to Emergence of Adult

Temp. C°	Velocity of Development	
	Observed	Calculated
22	3.84	3.58
24	4.55	4.60
26	5.42	5.63
28	6.71	6.66
30	7.04	7.69
32	9.39	8.72
34	9.68	9.75

$Y = 0.5146(x - 15.05)$

C *Bombyx mori*

Larval Period

15	1.451	1.404
20	2.588	2.761
25	4.345	4.119
30	5.373	5.477
35	5.263	6.834

$Y = 0.27154(x - 9.83)$

D *Callosobruchus chinensis*

Egg Period

Temp. C°	Velocity of Development	
	Observed	Calculated
15	3.284	2.911
20	10.499	11.061
25	19.368	19.212
27.5	22.893	23.287
30	28.208	27.362
32.5	31.201	31.438
35	28.951	35.519
37.5	24.497	39.595

$Y = 1.6301(x - 13.214)$

E *Acanthoscelides obtectus*

Larval and pupal Period

Temp. C°	Velocity of Development	
	Observed	Calculated
17.6	1.694	1.567
21.0	2.188	2.308
24.2	2.923	3.004
27.1	3.636	3.636
30.1	4.366	4.289
34.0	3.984	5.135

$Y = 0.2177(x - 10.40)$

(Table II continued.)

F *Chaetodacus cucurbitae*
From Egg to Emergence of Adult

Temp. C°	Velocity of Development	
	Observed	Calculated
10	0	
12	1.55	1.027
14	2.06	1.91
16	2.66	2.82
18	3.70	3.81
20	5.01	4.64
22	5.69	5.67
24	6.56	6.46
26	7.29	7.36
28	7.54	8.46
30	9.53	9.39
32	9.35	10.32
34	9.22	11.25
36	0	

$Y=0.4649(x-9.79)$

明らかである．

4. 結　　論

上述の結果から，われわれは次のごとく結論してよいと思う．すなわち，PRADHAN の公式は或る種の昆虫にあつては，かなり忠実に発育速度と温度との関係を表わすといえる．しかし，すべての昆虫において PRADHAN の理論を適用し得るとは断言することはできない．

また，始にも指摘した如く最大発育速度を示す温度以上の高温にあつては，発育速度の減少の率は最大発育速度を与える温度以下におけるよりも大であるのが普通であるので，PRADHAN 式によつて算出した理論上の速度は観測値よりも，やや，大きくなる．この傾向はジャガイモガの卵，及びニカメイガ卵の場合において明らかに読みとることができる．もし，これに誤りがないとすれば，PRADHAN の理論式においても，最大発育速度を示す温度を境界として，より低温な場合と，より高温な場合とで，それぞれ異つた a の値を考える必要があるのではないか．

なおジャガイモガの場合に，PRADHAN 式によつて算出した最大発育速度を示す温度，T の値は，実験成績によつて算出される最大発育温度より，やゝ低いように見えるが，こうした結果は果して常に現れることであるか否かは，今のところ明らかでない．

文　　献

1) S. PRADHAN, (1946) Proc. Nat. Inst. Sci. India, **12**, No. 6 : 301—314.
2) ＿＿＿＿, (1946) Ibid., No. 7 : 385—404.
3) 小泉憲治，(1955) 岡山大学農学部学術報告，No. 7 : 36—45.
4) 鏑木外岐雄ほか6名，(1939) 農事改良資料，No. 140 : 1—178.
5) 山本茂樹，(1924) 蚕糸学報，**15**, No. 3 : 155—170.
6) 石倉秀次，(1940) 応用動物学雑誌，**11**, No. 6 : 218—229.
7) H. MENUSAN, Jr., (1934) Ann. Ent. Soc. America, **27**, No. 4 : 515—524.
8) 春川忠吉・熊代三郎，(1929) 農学研究（大原農研），**13** : 290—319.
9) 内田俊郎・長沢純夫，(1949) 昆虫，**17**, No. 2 : 7—21.
10) 小泉清明，(1933) 熱帯農学会誌，**5**, No. 2 : 131—154.

水稲の出穂期前後に於ける風雨害に就て

第4報　潮風中の塩分濃度が水稲の生育竝に稔実に及ぼす影響*

志茂山貞二・鈴　木　増　夫

Studies on the wind or the storm-damages to rice plant in the stages before and after heading.

IV. The influences of salt concentration in bring-wind upon the growth and the development of kernels.

Teiji, SHIMOYAMA and Masuo, SUZUKI

In 1954, the experiments were conducted to find out the influences on the growth and the development of kernels of the rice plant (variety "Asahi") which were treated by the bring-wind with various concentrations of NaCl solution at the stage of before heading and some effective means to evade the injury of bring-wind were searched for.

The method and results of experiment are summarized as follows :

(1) For the bring-wind treatment, the plants which were grown in the pots were exposed to the severe wind (velocity 15.5m/sec) in the wind-channel for an hour and immediately following the treatment NaCl solutions of various concentration such as 0.3%, 1.4% and 2.5% were sprayed at the rate of 300 cc per plant respectively, and then these plants were divided into three plots, the first of which was sprinked with 2% urea solution at the rate of 200 cc per plant 24 hours after treatment, the second plot with tap-water, and the last was left untreated. As the contrast plots, plot of wind treatment only, three plots sprayed with NaCl solution only of various concentrations and three plots which received no treatment at all were established.

(2) In the case of the bring-wind treatment, the symtom of injury on the leaves and especially on lower leaves of the plant increased in parallel with the increase of the concentration of NaCl solution similart to the plots which were treated with NaCl solution only, but it was severer in the case treated with bring-wind than in the cases treated with NaCl solution only or with wind only, while 2% urea or tap-water spraying after the bring-wind treatment was effective in decreasing the injury of bring-wind

(3) The disclouration of chaff, especially chaff on the 2nd or lower branches, increased remarkably in proportion to the increase of NaCl concentration in bring-wind treatment, and the degree of discolouration of chaff was in the descending order of NaCl solution treatment, wind treatment, urea solution treatment and tap-water treatment.

(4) In general, in the case of bring-wind treatment, the development of kernels was impaired extremely, namely the number of full-grain decreased and number of deformed

* 本研究の要旨は昭和30年3月第107回日本作物学会に於て発表

or empty husks increased in proportion to the increase of concentration of NaCl solution, but in the case of treatment with NaCl solution only, the reduction of full-grains was less than in the plots of bring-wind treatment. Judging from these results, it may be assumed that the wind does not accelerate the injury due to NaCl concentration ; and urea or tap-water spraying after bring-wind assists in evading the injury effectively.

(5) The thickness of a kernel increased or decreased in parallel with the percentage of matured grains of each plot ; and the urea solution spraying is evidently effective to increase the grain size.

緒　　　言

筆者等は，既に水稲の風雨害，特に其の稔実に就いて時期別調査を行い，出穂期前後，就中抽穂後5日以内の穂の被害が最も顕著であることを粒別，開花日別調査を基礎として確めたが[25]，その後，これらの被害の時期及び程度は風速及び雨量に依つて変化する事を明らかにし，被害最大の時期が必ずしも抽穂後5日以内の穂に限定されず，16m/s ではおよそ開花後8～9日，13m/s では2～3日，11m/s では開花当日の穎花の被害が最大である事を認めた[26]．又穂孕中のものは直接機械的損傷を蒙らない為に従来比較的風害程度が軽微と考えられて来たが，抽穂後の不稔穎花が多い理由として，風害に依る茎葉の損傷と枯死に伴う吸水量の異常な増加とこれに次ぐ急減が発育途上にある穎花に生理的障害を与え，更に葉面積の損失が爾後の栄養補給を困難ならしめるのではないかと推察した[26]．

本報は，1954 年度に行つた試験の一部で，特に沿海地方の水稲の風雨害に関係ある潮風害に就いて塩害と風害との関係を調査し，其の対策に就いても多少触れた．

尚本研究は文部省科学研究助成補助金に依つたもので，更に京都大学農学部教授榎本中衛博士には絶えず激励を賜つた．茲に記して感謝の意を表する．

実験材料及び方法

本実験は風洞実験に依るもので，風洞の構造及び処理中の気象要素の変化等に就いては前報と大差がないから之を省く[25][26]．供試品種は晩稲朝日で予め慣行に従つて苗代で育苗して置いたもの* を6月28日，2万分の1の Wagner pot に1pot 当り3株宛1本植とし，其の後の肥培管理並びに病虫害予防等は全て慣行に従つた．

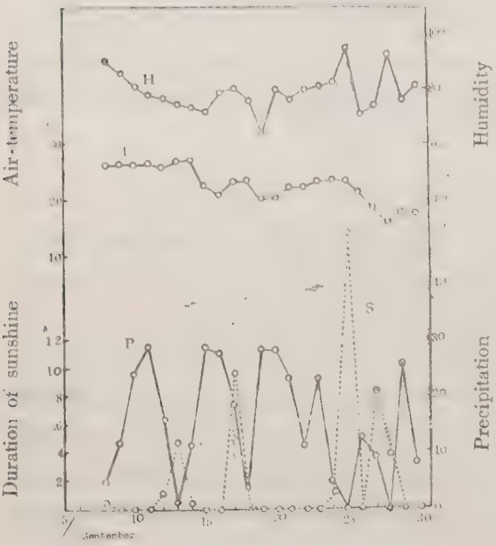
試験区分は無処理区（標準区）の他に風処理区，潮風処理区，塩水処理区，及び潮風処理後葉面洗滌区並びに尿素葉面撒布区の7区に分つた．この内，潮風処理区は 15.5m/s/h の風処理区の中から被害程度の略々同等な 2pot を選び，小型の噴霧器で夫々所定濃度の塩水を1株当り 300cc 宛全葉身表裏均等に撒布し，塩水処理区は同じく無処理区の中から生育程度の均等な 2pot に就いて夫々所定の濃度の塩水を潮風処理区と同様葉面に撒布したものである．又葉面洗滌区，又は尿素葉面撒布区は何れも濃度 1.4 %の潮風処理区の中から夫々 2pot を選び，24h 後に水道水又は 2.0 %の尿素水溶液を全葉面均等に 200cc 宛撒布したものである．風処理はすべて9月10日穂孕期（出穂前4日）とし，処理中 pot を 20分毎に1回転して株の受風面を代え損傷程度を均等ならしめた．

処理に用いた塩水の濃度は NaCl として 0.3%，1.4%及び 2.5%で撒布中 pot 中に流下した

* 播種期5月11日，移植期6月28日，処理期9月10日，調査株数各区6株80穂．

塩水は与えしなかつたが，其の後連日の灌水に依つて土壌内の塩分集積量は微量であつたと思われる．実験期間中の気象状況は第1図の通りで，処理中の外気温は平均26°C，湿度85%，風洞内では気温は 1.2°C，湿度 4.5～5.2%夫々減少した．

Fig. 1. Weather chart (Sept. 5—30)



Note : -H : Humidity (%) ; T : Mean air-temperature (C°) ; P : Precipitation (mm) ; S : Duration of sunshine (hr).

潮風又は塩水処理後4日目に 12mm の降雨があつたが，塩害の徴候は処理後3～4日頃から現われ，葉身の捲曲を始めていたので降雨に依つて塩害が緩和された程度は極く僅少と思われる．其の後8日目 24.5mm，16日目 49.5mm，18～19日目 30.0mm の如く夫々の降雨があつたが，これらも試験の結果を左右したとは思われない．

各処理区の葉枯れの調査は，各株 10 茎宛止葉より第3葉迄葉位別に処理後2日目から10月2日迄，2日毎に10回，其の後は10月7日，及び同16日に行つた．

調査の基準は次の通りで風害に伴う葉先の細裂，切断に関係なく，変色，枯死程度で比較した．

葉身に枯死斑点のあるもの 0.5点，葉身部の葉縁1/3内外枯死したもの1点，葉身部の葉縁1/2内外枯死したもの2点，葉身全縁枯死したもの3点，全葉枯死したもの4点とし，稔実及び籾の変色に関する調査は処理後3日目，即ち9月12日に出穂したもの約80穂に限定して，成熟期を待つて行い，長戸[38]の調査方法に準じて各穂最上位枝梗，中位枝梗，及び最下位枝梗に分け，其の各粒を前報の調査基準に従つて，正常0点，黄褐色1点，褐色2点，黒褐色3点，灰白色4点の如く採点し，其の合計数を調査粒数で除して変色指数とし其の平均を求めた．

次いで上記稔実調査に於いて選別した完全粒，不完全粒の全粒に就いて，最大部位の厚さを Watch micrometer を用いて測定し，調査粒数で除して其の平均値を求めた．尚，本実験期間中数度の颱風に遭い，13号颱風（9月8日），12号颱風）9月13日），14号颱風（9月18日）には供試材料を退避し被害を免れたが，15号颱風（9月26日，風向 SSW，10分間平均最大風速 24.5m/s）に対しては退避のいとまがなかつた為に，無処理区にも若干の被害が現われ，各処理区にも被害の累加があつたものと推定され，実験結果に多少の支障を来たした事は遺憾であつた．

実験結果及び考察

(1) 茎葉の損傷

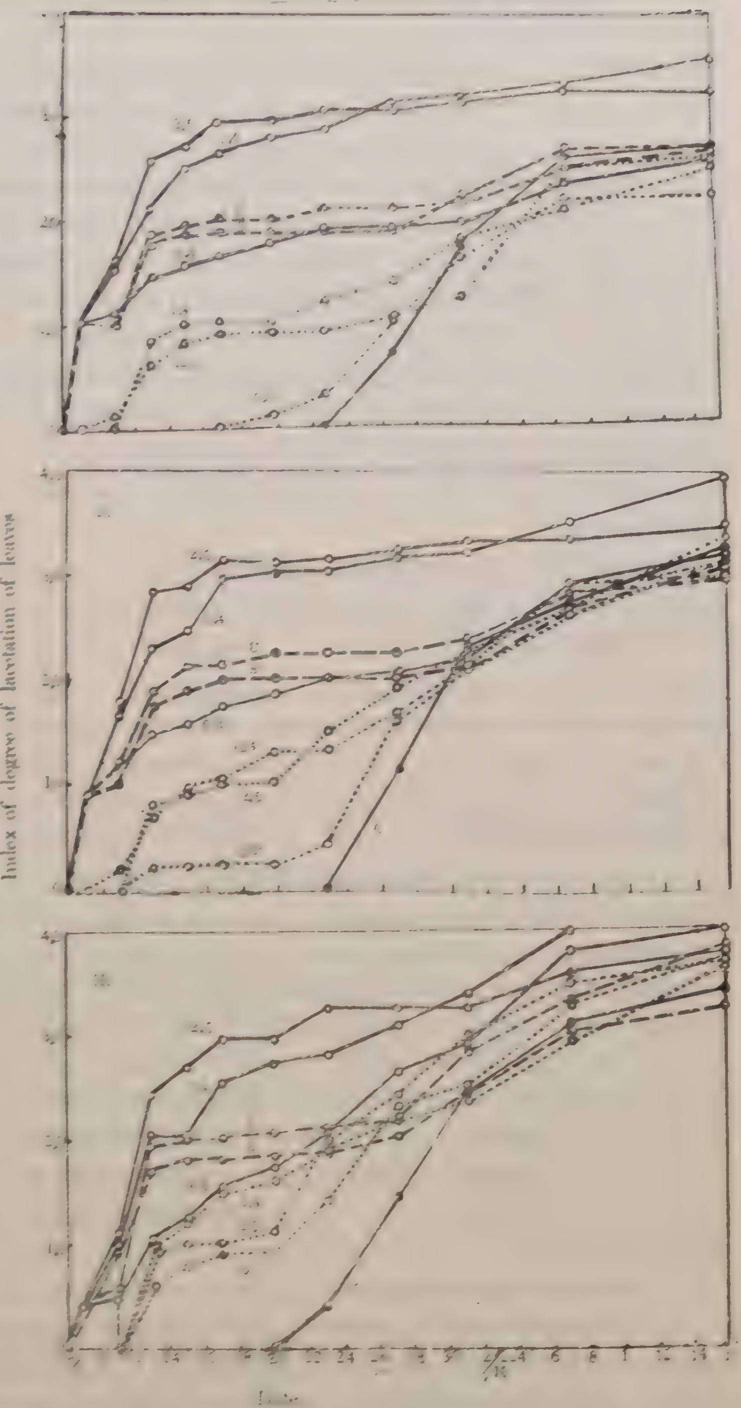
風害時の第一次害徴として茎葉の裂傷，切断，挫折等が増加する事に就いては既に幾多の報告がある[24,25,26,36,35]．

風に依つて損傷を蒙つた茎葉は其の後2～3日で捲曲し，葉先，及び葉縁から漸次褐変し，

後には枯死に至るが，特[illegible]

であつた為に，処理後の[illegible]た．其の一例として止葉の葉鞘頂部が屈折し，それが穂先の抽出を，困難ならしめた上に，前報[illegible]の如く，処理後に起る生理的障害が其の抽穂を困難ならしめたと考えられる．殊に塩風処理を行つたものでは，これらの風害に加えて塩害が現われ，処理後3～4日頃から急激に褐色斑点を生じ，漸次，葉先及び葉縁から枯れ始め，其の害徴は経過の増すに従い，殊に下位葉に著しかつた．之に対し，風処理を行わずに単に塩水のみを撒布したものは害徴の現われ方が遥かに軽微で，両区の差は風害の程度を示すものと思われた．第2図はこれら各区の処理後の葉枯れの進行経過を示したもので，止葉（Ⅰ），第2葉（Ⅱ），第3葉（Ⅲ）[illegible]

Fig. 2. Degrees of lacetation of leaves.



Note :- Ⅰ : Upper leaves, Ⅱ : Second leaves, Ⅲ : Third leaves.
○——○ Treatment under brine-wind (0.3—2.5% NaCl)
○········○ Treatment under NaCl solution (0.3—2.5% NaCl)
○- - -○ 2% urea solution (U) or Tap-water (S) spraying after brine-wind treatment.
●——● Non-treatment (C)

れが9月27日以後急激に増加したのは，前述の如く9月26日の15号颱風に遭遇した為で，同日以後は厳密な意味に於いては無処理区とは謂い難い．

従つて塩水処理の各区の害徴が同日以後急昇したのも之と同断で，15号颱風がなかつたら恐らくそれ以前の経過と大差なかつたものと考えられ，それらの葉枯れの増大は風害に依るものと判断される．然るに，潮風処理区に於いては其の影響が極めて軽微で，同区は15号颱風前に既に被害が最大の限界に達した事がうかゞわれ，これは潮風害が単なる塩害と明らかに区分される点である．最下位葉の被害の比較的多いのは撒布された塩水の集積が多かつた事が当然予想され，実際潮風害を蒙つた圃場に於いても全様である．潮風害に関して兵庫農試[53]及び戸苅[6]は，昭和12年兵庫県下の水稲被害状態に就いて潮風中の塩分濃度は海岸よりの距離に応じて低くなる事を述べ，川田[9)10]も之を認めている．又，坪井[35]は風洞実験に依つて塩分濃度と共に害徴の著しき事を認め，金川[47]は，宮崎県の海岸より1～2kmの範囲の水田の潮風害が顕著であつたことを報告し，更に大後[1]は，伸長期，開花期，及び登熟期に塩水を撒布した実験に依つて，塩分が呼吸を妨げ，同化機能を低下する等の生理障害を起し，生育が抑制され，稔実が不良となることを報告している．併しこれらは何れも風害を伴つた塩害で，風害と塩害の区分は明らかにされていない．

潮風害を蒙つた茎葉には，多量の塩分の集積が行われ，潮風害後の天候と被害が密接な関係がある事は，大後[34]の指摘した通りであるが，本実験に於いても処理翌日最上葉 20 枚について 0.1 N $AgNO_3$ 溶液で滴定した結果* は2.5％潮風区平均11.60％（乾物重に対する Cl％）1.4％潮風区7.56％，0.3％ 潮風区 2.16％の如き高率を示し，無処理区（0.25％）に対する比率は各々46：30：9倍で之が其の害徴に比例し，下瀬[28]の報告した枯死限界と略々一致していた．その後24hを経て水道水で葉面を洗滌したものは夫々8.40％，5.46％及び 1.56％の如く減少し，茎葉の被害後の洗滌が損害軽減に役立つものと考えられ，潮風処理後，葉面洗滌区及び2.0％尿素水溶液の葉面撒布を行つたものは，第2図中の S（葉面洗滌区），及び U（尿素葉面撒布区）の如く，何れも明らかに潮風害の軽減に役立つている事が明らかにされた．特に尿素葉面撒布区は葉面の塩分を洗滌する外に窒素源として役立ち，撒布後3日目には明らかに葉色が濃緑化し後述する様に粒の肥大に効果があつたが，三井[48]の指摘した通り，2.0％溶液は高濃度に過ぎ多少の薬害斑点が現われた．尿素の葉面撒布の効果は，秋落田，塩害地等に於ける根腐れ対策として認められて居り，出穂後0.5％程度の尿素の葉面撒布に依つて子実中の窒素含有量と千粒重を増すことに就いて既に菅原[30]，松尾[44]，野口[57]等の報告がある．其の他，小笠原[7]は柑橘の潮風害対策に風害後 10h 内の撒水，及び 2.4.D 撒布が落葉を抑制する効果を認め，静岡農試は颱風14号時に7h 後撒水に依つて千粒重を増し被害の緩和に役立つたことを報告している．山崎[54]はこれらの茎葉の枯死に伴う同化面積の減少は爾後の生育を不良ならしめるとなし，又茎葉の剪除に依つて根の生活機能が減退し，遂には根腐れの原因となることは木田[12]が病理学的方面から認めている．

特に出穂期前後の稲葉の損傷が爾後の生殖生長に至大な影響を及ぼし稔実を阻害する事は明らかで，志茂山[24)25)26]，丹波[53]，森田[50—52]，長戸[38]，佐々木[21]等の報告があり，特に下位枝梗の粒に被害が多い傾向が見られるが更にそれが上位枝梗の粒にも及ぶことは志茂山[25)26]，伊藤[4]が明らかにした通りで従来出穂期に於ける風害が最大であるとする理由の一つは茎葉の損傷に伴つて根からの吸水量が減少し，剰え葉面蒸発量が一時的に過大となつて体内水分が不均衡となる結果

* 葉身のみ基部より切り取り，煮沸蒸溜水中に10分間入れて溶出塩分を滴定した，

と考えられ，これについて志茂山[26]，栗田[17~19]，木戸[11]，佐藤[57]等の報告がある．

斯くの如く，苦葉の損傷に依る生理障害が顕著であることからして潮風害後の葉枯れが撒水，若くは尿素の葉面撒布に依つて軽減され，爾後の生育に良い結果を現わすことは当然予想されるところで事実後述の如く稔実歩合を高め得た．

(2)　籾の変色の増加

抽穂後の風害に於いては所謂穂ずれを生じ籾は擦傷変色し，特にこれが抽出後間もない穂に多いことは既に報告した所であるが，籾の変色の原因が単に機械的生理障害に依るばかりでなく多数の病菌や雑菌の寄生又は腐生に依るものであるとする木村[15]及び戸苅[36]の報告があり，鈴木[29]は菌の寄生した籾には変質米の多いことを報告している．坪井[35]は風害時の低温も変色籾の生成に関係するとしているが，本実験の範囲では直接の関係はなかつた様に思う．更に潮風害を蒙つたものは籾に附着した塩分，濃度に比例した変色が急激に促進されることは高橋[33]，坪井[35]，戸苅[36]，宮崎[47]，静岡[7]等多数の報告があり，大後[34]は，幼穂が3cm程度の頃の塩風害が顕著であると認めている．穂孕期の風害に就いては松尾[41~43]の外，志茂山[25][26]の実験でも多数の変色籾を生ずることを認めたが，それが葉鞘内の水分不足から抽穂中の穂に擦傷を与えたのか，或は葉鞘内にあつても止葉の動揺に依つて穂ずれを生ずるのか，更にこれは全く生理的旱害と見做すべきものかに就ては明らかでない．併し潮風若くは塩水撒布に依つて葉鞘内へ塩分の浸透が行われ，その急激な脱水作用に依つて変色籾を生じ易いことは想像に難くない．

第1表は前掲調査基準に依る籾の変色指数を示し，更に第3図は無処理に対する各処理の比率

Tab. 1　Degree of discolouration of unhusked rice.

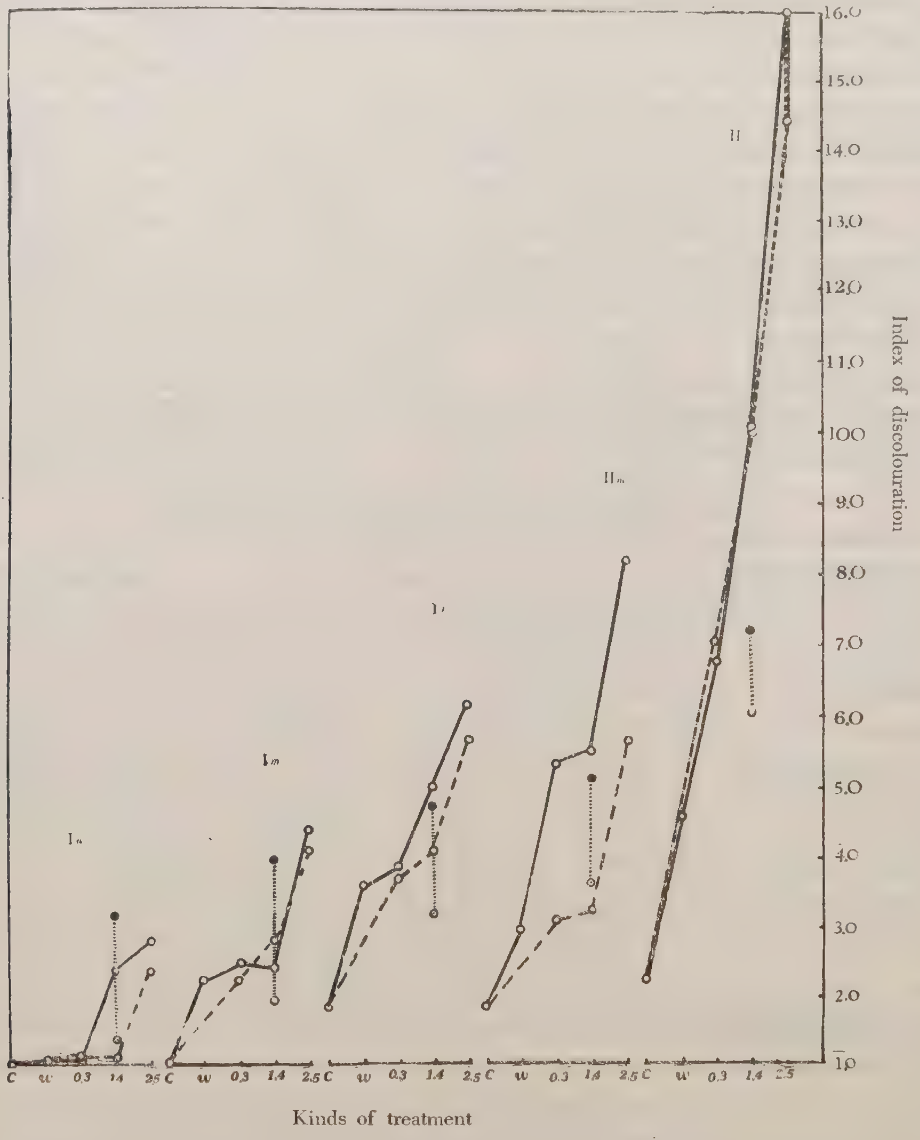
Location of grains on paniclos / Plot	Primary Rachis			Secondary Rachis	
	Upper branch	Middle branch	Lower branch	Middle branch	Lower branch
Contorol	0.23±0.03	0.23±0.04	0.42±0.09	0.43±0.09	0.51±0.27
Wind treat.	0.24±0.06	0.51±0.17	0.82±0.18	0.68±0.25	1.05±0.41
0.3% Bring-wind treat.	0.24±0.12	0.57±0.18	0.89±0.30	1.23±0.26	1.56±0.43
1.4% 〃	0.54±0.14	0.55±0.19	1.10±0.38	1.26±0.29	2.33±0.26
2.5% 〃	0.64±0.13	0.01±0.24	1.42±0.19	1.88±0.44	3.66±0.72
0.3% NaCl-solution spraying	0.25±0.12	0.51±0.24	0.85±0.19	0.71±0.19	1.62±0.12
1.4% 〃	0.25±0.08	0.64±0.28	0.94±0.24	0.74±0.29	2.42±0.76
2.5% 〃	0.54±0.15	0.94±0.35	1.31±0.39	1.30±0.57	3.33±0.43
Tap-water spraying 24 houres after 1.4% Bring-wind treat.	0.31±0.10	0.44±0.12	0.73±0.20	0.83±0.10	1.39±0.23
2.0% Urea-solution spraying 〃 〃	0.72±0.19	0.91±0.10	1.09±0.09	1.19±0.48	1.66±0.00

を示したものである．第1表及び第3図に依れば，上位枝梗の籾の変色は比較的少く，下位枝梗及び第2次枝梗の籾に多く発生している．又潮風処理は何れも単なる風害，又は塩水処理のものに較べて，各塩分濃度の別なく顕著に見られ，塩風処理後の撒水に依る洗滌は明らかに変色籾の発生を軽減している．

尿素撒布区の変色籾の多いのは前掲の苦葉の損傷と同様濃度が高きに過ぎた為である．籾の

変色と稔実との関係に就いて戸苅[36] は変色籾には畸形米，着色米の生成と密接な関係があるとし，森田[50—52] は籾の変色と玄米重との間に＋0.64の相関があるとしている．筆者等の実験に於いても既報[25][26] の如く，同一条件下にある籾に就いては負の相関があつて，変色の著しい籾程稔実は不良となることを認めているからこれら籾の変色が特に潮風処理区や高温度のものに多い

Fig. 3. Degree of discolouration of unhusked rice.



Note :- Ⅰu : Upper branches of primary rachis ; Ⅰm, Ⅱm : Middle branches of primary (Ⅰ) or secondary (Ⅱ) rachis ; Ⅰl , Ⅱl : Lower branches of Ⅰ or Ⅱ rachis. C:Non-treated ; W : Treated under wind only ; (0.3—2.5 %) : Treateatment under bring-wind (○——○) or NaCl solution(○- - -○), ○……● : Tap-water (○) or Urea solution (●) spraying after bring-wind treatment.

事実から稔実歩合の低下も当然予想せられた所である.

(3) 稔実歩合の低下

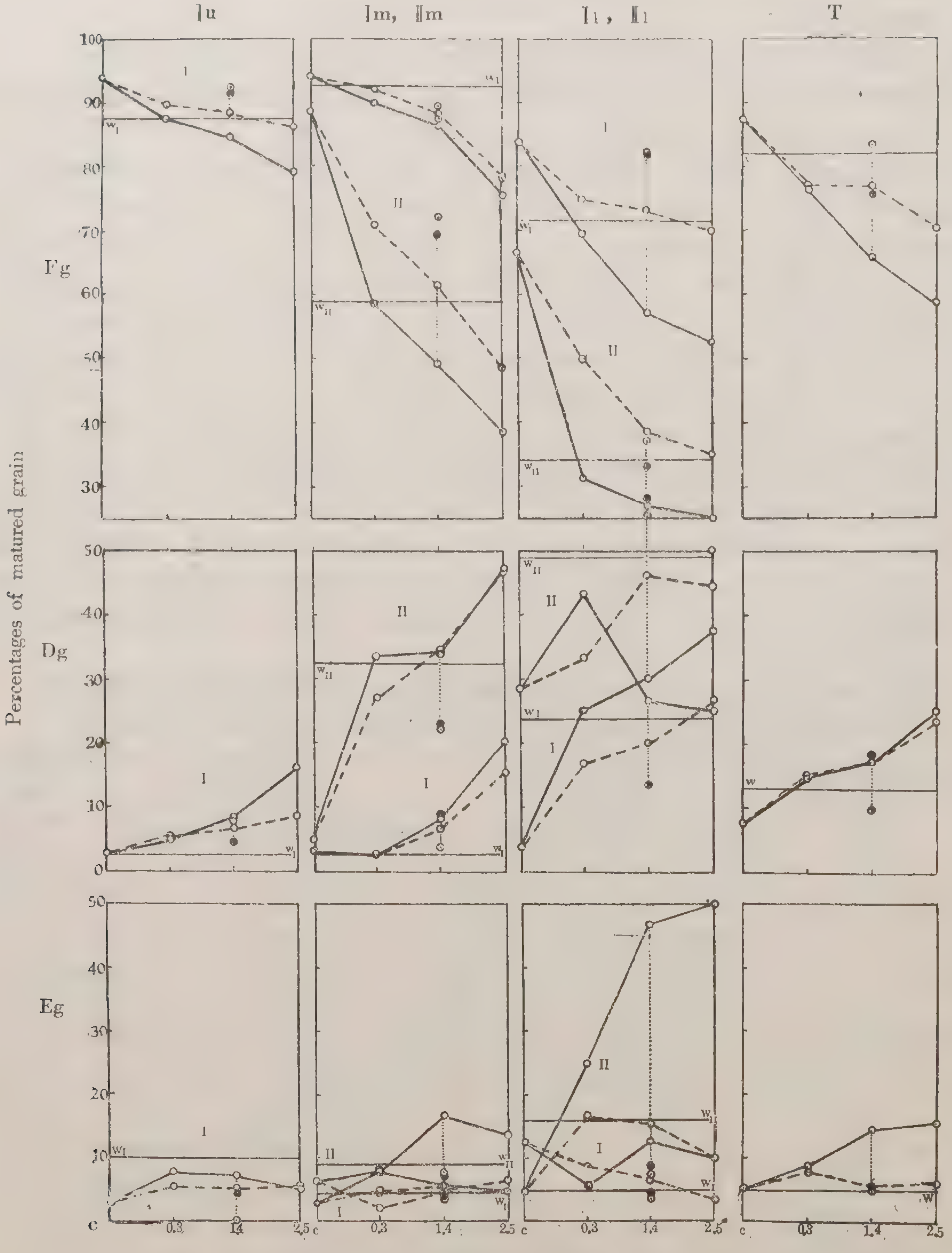
既に同化機能の衰退期にある出穂前後期に於て損耗した茎葉の恢復は困難であることは志茂山[26)]，田川[57)]の認める所であり，同化面積の減少に従って爾後の子実の充育に至大なる影響を与え，稔実を不良ならしめ，粃を増加することは既に佐々木[21)]，滝口[32)]，沢田[23)]，森田[50−52)]，丹波[58)]，斉藤[22)]，長戸[38)]，山崎[54)]，三代[16)]の報告がある．况んや抽穂後の風害は茎葉の損傷の外に，穂の損傷に依つて稔実を阻害するから其の影響は一層甚しい．松尾[42)]は山口県に於ける現地調査で出穂前５～７日の穂にも不稔歩合が高いが，更に出穂後５～７日を経たものは最も顕著であるとし，又児島[20)]，森田[50−52)]，伊藤[4)]は風害当時に出穂を完了したものが最大で，⅓ 程度抽穂のもの，僅かに抽穂せるもの，未抽穂のもの，及び２～３日前に出穂したものゝ順に被害が軽微であるとし，更に戸苅[36)]は兵庫県下の風害の調査から出穂後３～５日を経たものの被害が最も顕著であるとしている．筆者は嚢に抽穂後５日迄のものに被害が最大であるとしたが[24)]，前報[26)]於いて風速に応じて開花後８～９日から開花当日迄のもの迄被害の範囲の異なること，並びにに雨はいずれの場合でも被害の軽減に役立つ事を認めた．特に風害の顕著な例は乾風に依る白穂の発生で，其の被害の最も多い時期として村瀬[49)]は穂揃期，栗田[17 19)]は出穂直後，安武は[55)]出穂後１～２日頃が最大とし，９日後のもの迄が被害の範囲と考え，松尾[41 43)]は被害は６日後から多く，特に２～４日後のものに著しいとし，木部[14−15)]は出穂後３～４日が最大で７日以後のものには発生しないとしている．特に潮風害の場合は上記の風に依る損傷に塩害が

Tab 2 Percentages of matured and emptyhusks as arranged according to the concentration of NaCl under the Bring wind or NaCl solution spraying.

Location of grains on panicles / Maturity / Plot	Primary Rachis									Secondary Rachis						Total Branches		
	Upper branch			Middle branch			Lower branch			Middle branch			Lower branch					
	Fg	Dg	Eg	Fg	Dg	Eg	Fg	Dg	Eg	Fg	Dg	Eg	Fg	Dg	Eg	Fg	Dg	Eg
Control	94.2	2.9	2.9	94.0	3.1	2.9	83.7	3.6	12.7	88.7	4.8	6.5	66.6	28.8	4.9	87.2	7.6	5.2
Wind treat. (15.5m/sec)	87.5	2.5	10.0	92.6	2.6	4.8	71.5	23.6	4.9	58.8	32.3	8.9	34.0	48.0	17.0	81.9	13.1	5.0
0.3% Bring-wind treat.	87.3	5.1	7.6	89.7	2.5	7.8	69.4	25.0	5.6	58.4	33.4	8.2	31.2	43.2	25.1	76.5	14.7	8.8
0.3% NaCl-sol. spraying	89.5	5.2	5.3	92.5	2.5	5.0	74.8	16.6	8.6	70.8	26.8	2.4	50.0	33.3	16.7	77.0	15.0	8.0
1.4% Bring-wind treat.	84.5	8.4	7.1	86.3	8.2	5.5	57.2	30.1	12.7	47.3	33.8	16.9	26.8	26.6	46.6	65.6	17.8	14.6
1.4% NaCl-sol. spraying	88.2	6.6	5.2	88.2	6.6	5.2	73.3	20.1	6.6	61.1	34.4	4.5	38.6	46.1	15.3	76.8	17.3	5.9
Tap-water spr-aying24 houres after 1.4%-Bring Wind treat.	92.3	7.7	0.0	89.3	3.6	7.1	82.4	13.7	3.9	74.2	22.1	3.7	37.0	55.5	7.5	83.1	9.8	5.1
2.0% Urea sol. spraying 〃	91.3	4.4	4.3	87.5	8.3	4.2	81.8	13.6	4.6	69.2	23.0	7.8	33.0	58.0	9.0	75.2	18.5	6.3
2.5%Bring wind treat.	79.0	16.0	5.0	75.3	20.0	4.7	52.5	37.5	10.0	38.9	47.2	13.9	25.0	25.0	50.0	58.9	25.2	15.9
2.5% NaCl-sol. spraying	85.9	8.5	5.6	78.3	15.1	6.6	70.0	26.6	3.4	48.5	46.6	4.9	35.2	44.7	10.0	70.2	23.5	6.3

Note : Fg : Full-grain, Dg : Deformed-grain, Eg : Empty-grain

Fig. 4. Percentages of matured grain under the treatments.



Note : Iu : Upper branches of primary rachis; Im or IIm : Middle branches of primary (I) or secondary (II) rachis; Il or IIl : Lower branches of I or II rachis, T : Total branches.
Fg : Full grain; Dg : Deformed grain; Eg : Empty husk.
WI, WII : Treatment under wind only, ○——○ Treatment under bring-wind (0.3—2.5% NaCl), ○- - -○ Treatment under NaCl solution (0.3—2.5%); ○……● Tap-water (○) or urea solution (●) spraying after bringwind treatment.

累加されるから一層稔実を不良ならしめることは想像に難くなく，前述の如く，大後[14]は水稲の茎葉の塩害に就いて筆者と同様な実験を行い，0.06％以上特に0.2％以上の被害が大きいとし，又坪井[22]は，0.02～1.2％内外の塩水処理に依つて0.08％から塩害が現われ，0.6％では顕著な稔実障害を示すと述べている．又長谷川[7]は昭和29年の12号颱風（18.8m/sec）時の水稲の潮風害が海岸より200mの地点までが特に著しく，100m地点で測つた茎葉附着の塩素量が1.54％に達したと報告している．颱風に伴う高潮即ち塩冠水は被害の程度から云つて潮風害の比でないが，之に関しては戸苅[30]，位田[2]，中原[9]の報告があり，その危険の多い干拓田及び常習塩害田等ではその本来の塩害に加えて屢々大きな被害を現わしている．外部から附着した塩分と根から吸収された塩分との被害機構については未だ明らかにされてないが，干拓田等の塩害について松木[10]はCl濃度0.1％以上で塩害が現われ，0.3％以上で急激に増すが挿秧期は0.1％，分蘖期は0.5％，幼穂期は0.75％の如く時期的な濃度限界があるとし，熊本農試[16]の成績も略々之に近い．他[1]は土地条件，品種，時期等に依り差はあるが，0.1％を過ぎれば塩害が現われるとし，三重農試[45]は之を0.07％としている．又岩城[5]，太田[8]はNaCl 0.6％以上では生育困難で就中幼穂分化伸長期の塩害が著しいとし，下瀬[23]は水耕栽培の水稲に就いてClの0.5％が生育の限界と述べている．

第2表は各処理区別稔実歩合を示したもので，第4図は之を風処理を基準としてその増減を示したものである．之に依れば，潮風処理に依つて完全粒歩合を減じ，不完全粒，又は粃歩合を増すことが明らかで而も塩分濃度の高いもの程稔実障害が著しく（1％水準），それは弱小穎花の多い2次枝梗，及び下位枝梗程顕著に現われた（1％水準）．又塩水撒布区も之と同一傾向を示すが（1％水準），潮風区に比し其の程度は遙かに軽微であつた．茲に注目すべきは潮風処理区の被害が処理した塩分濃度に応じ略々塩水撒布区のそれと比例していることで，風に依つて塩害が加速度的に増加するものでないかとの予想を裏切つて略々加算的に被害を増大している．尚本実験に於ける潮風処理，若しくは塩水撒布は当然土壌水中に塩分の集積があつたものと考えられ，第2表，第4図に現われた稔実障害が茎葉部の潮風害，若しくは塩害のみとは謂い

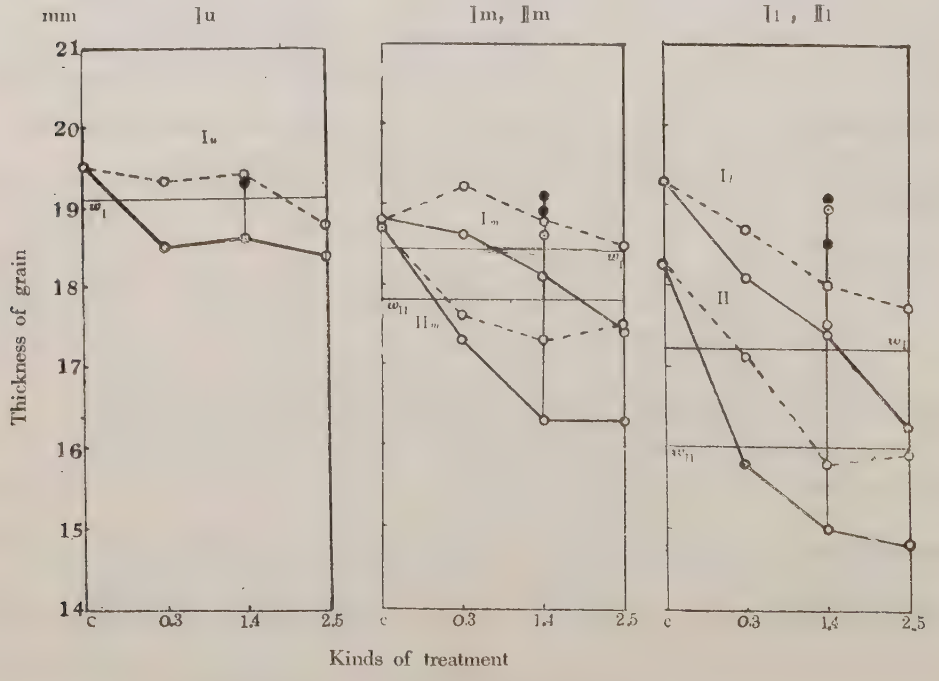
Tab. 3 Increase or decrease of percentages of Full grain, Deformed grain and Empty husk in comparison with 1.4% Bring-windtreatment.

Maturity / Location of grains on Panicles / Plot	Full grain			Deformed grain			Empty husk		
	Upper branch	Middle branch	Lower branch	Upper branch	Middle branch	Lower branch	Upper branch	Middle branch	Lower branch
Control	109.3 (+9.7)	108.9 (+7.7)	146.3 (+26.5)	34.5 (−5.5)	37.8 (−3.1)	12.0 (−26.5)	40.8 (−4.2)	52.7 (−2.6)	10.0 (0.0)
Wind treat.	103.6 (+3.0)	109.3 (+6.3)	125.0 (+14.3)	29.8 (−5.9)	31.7 (−2.6)	78.4 (−6.5)	140.9 (+2.9)	87.3 (−0.7)	38.6 (−7.8)
0.3% Briny-wind treat.	103.3 (+2.8)	103.9 (+3.4)	121.3 (+12.2)	60.7 (−3.3)	30.5 (−2.5)	83.1 (−5.1)	107.1 (+0.5)	141.9 (+2.3)	44.2 (−7.1)
1.4%Bring-wind treat.	100 (84.5)	100 (86.3)	100 (57.2)	100 (8.4)	100 (8.2)	100 (30.1)	100 (7.1)	100 (5.5)	100 (12.7)
Tap-water sprainy 24 houres after 1.4%Bring-wind treat.	109.2 (+7.8)	103.5 (+3.0)	144.1 (+25.2)	91.6 (−0.7)	43.9 (−4.6)	45.5 (−16.4)	0.0 (−7.1)	129.0 (+1.6)	30.6 (−8.8)
2.0% Urea-sol. spraying 〃 〃	108.0 (+6.8)	101.4 (+1.2)	143.0 (+24.6)	52.4 (−4.0)	101.3 (−0.1)	45.2 (−16.5)	60.6 (−2.8)	76.3 (−1.3)	36.2 (−8.1)

Tab. 4 Thickness of grains as arranged according to the NaCl concentration treated.

Location of grains on panicles / Plot	Primary Rachis				Secondary Rachis			Total
	Upper branch	Middle branch	Lower branch	Mean	Middle branch	Lower branch	Mean	mean
Control	1.95 ± 0.023	1.88 ± 0.028	1.93 ± 0.033	1.92 ± 0.016	1.87 ± 0.034	1.83 ± 0.038	1.85 ± 0.036	1.89 ± 0.016
Wind treat.	1.91 ± 0.022	1.84 ± 0.001	1.72 ± 0.075	1.82 ± 0.028	1.78 ± 0.048	1.60 ± 0.151	1.60 ± 0.052	1.77 ± 0.026
0.3% Briny-wind treat.	1.85 ± 0.022	1.86 ± 0.007	1.81 ± 0.044	1.84 ± 0.016	1.73 ± 0.047	1.58 ± 0.031	1.66 ± 0.033	1.77 ± 0.016
0.3% NaCl-sol. spraying	1.93 ± 0.028	1.92 ± 0.009	1.87 ± 0.024	1.91 ± 0.013	1.76 ± 0.062	1.71 ± 0.044	1.78 ± 0.050	1.84 ± 0.019
1.4% Briny-wind treat.	1.86 ± 0.020	1.81 ± 0.028	1.74 ± 0.055	1.84 ± 0.018	1.63 ± 0.047	1.50 ± 0.093	1.57 ± 0.053	1.71 ± 0.021
1.4% NaCl-sol. spraying	1.94 ± 0.057	1.88 ± 0.022	1.80 ± 0.005	1.87 ± 0.028	1.73 ± 0.026	1.58 ± 0.044	1.71 ± 0.013	1.79 ± 0.015
Tap water spraying 24 houres after 1.4 %Briny wind treat.	1.94 ± 0.051	1.86 ± 0.054	1.90 ± 0.014	1.90 ± 0.011	1.86 ± 0.024	1.75 ± 0.034	1.91 ± 0.014	1.81 ± 0.008
2.0% sol. spraying 〃 〃	1.93 ± 0.014	1.91 ± 0.017	1.91 ± 0.041	1.92 ± 0.019	1.89 ± 0.014	1.85 ± 0.040	1.97 ± 0.021	1.87 ± 0.014
2.5% Briny-wind treat.	1.84 ± 0.047	1.74 ± 0.078	1.62 ± 0.071	1.73 ± 0.038	1.48 ± 0.168	1.56 ± 0.045	1.56 ± 0.045	1.76 ± 0.027
2.5% NaCl-sol. spraying	1.88 ± 0.040	1.85 ± 0.017	1.77 ± 0.050	1.83 ± 0.027	1.75 ± 0.031	1.59 ± 0.097	1.70 ± 0.040	1.77 ± 0.022

Fig. 5. Thickness of grain under the treatments.



Note :- The symbols are common to Fig. 4.

難いがその調査を欠くので被害の原因を何れかに断定することは出来ない．更に 1.4%潮風処理後，淡水に依る葉面洗滌，若しくは尿素葉面撒布は明らかに下位枝梗，及び2次枝梗の被害の軽減に役立ち，完全粒歩合を増し，不完全粒並びに粃歩合を減少せしめたが，上位枝梗に対しては明らかでなく有意差は認められなかつた（第3表参照）．

併し，これらの粒の厚さを調査した結果，第4表，第5図の如く，明らかに葉面洗滌，特に尿素葉面撒布が有効（1%水準）であるから潮風時の降雨は被害軽減に役立ち，又被害田に対して撒水又は尿素の撒布は被害軽減対策として有効と思われるが，その濃度は2%より更に稀薄なものが適当であろう．

摘　要

筆者等は水稲朝日に就いて穂孕期のものに潮風処理を行い，その塩分濃度が水稲の生育，特に子実の登熟に及ぼす影響を調査し，更にその被害を軽減する方法に就いて次の結果を得た．

(1) 試験区は人工風洞内で風速 15.5m/s で1時間処理した後，夫々 0.3，1.4，及び 2.5%（NaCl）の塩水を各種 300cc 宛撒布した潮風処理区と風処理を行わないで塩水撒布のみを行つた塩水処理区及び潮風処理後24時間目に 2.0%の尿素水溶液又は水道水を各株 200cc 撒布して葉面を洗滌したもの（尿素撒布区及び撒水区）に区分した．

(2) 潮風処理に依る葉枯れの発生は塩分，濃度と共に増し，風害及び塩害の徴候が累加して現われ，風又は塩分単一処理のものと比較し著しく増大した．特にその害徴は下位葉に著しく現われた．潮風処理後，尿素又は水を撒布したものは被害の軽減に役立つが，2.0%の尿素は多少薬害が現われた．

(3) 抽穂後の籾の変色程度は，高濃度の潮風処理を行つたものに著しく，塩水撒布区，風のみ処理区の順に少くなつた．変色籾は2次枝梗，又は下位枝梗に多く発生したが，潮風処理後尿素水又は水を撒布したものは之を軽減した．

(4) 稔実歩合は潮風処理したものが最も不良で，不完全粒，及び粃を増し，特に濃度の高いものほど，又2次枝梗及び下位枝梗ほどその傾向が著しかつた．塩水撒布区も塩水濃度に比例した稔実障害を起すがその被害の程度は潮風処理と略々比例するから，風が塩害を更に加速度的に激化せしめるとは考えられない．又尿素又は水の撒布に依つて下位枝梗の稔実を良好ならしめた．

(5) 粒の厚さは略々完全粒歩合と同様な傾向が認められたが，特に尿素の葉面撒布は粒の肥大に有効であつた．

文　献

1）朝倉慶吉：気象集誌 22—3 (1913)，　2）位田藤久太郎：農及園 29—8 (1954)，　3）池隆肆：農及園 29—5 (1954)，　4）伊藤豊夫：栃木農法 17—162 (1939)，　5）岩城鹿十郎：日作紀 22—12 (1953)，　6）伊豆直吉：気象集誌 32—12 (1913)，　7）小笠原佐与市：農及園 29—7 (1954)，　8）太田勝一：岡山農試臨報 51 (1955)，　9）川田信一郎：農及園 24—26 (1950—53)，　10）仝：農技研究 2—11 (1948)，　11）木戸三夫：農及園 29—4 (1954)，　12）木国臣：農及園 22—10 (1947)，　13）木村劼二：植病研 Ⅲ (1937)，　14）木邨勇：農気 6—3.4 (1950)，　15）仝：農気 5—3 (1951)，　16）熊本農試：農試報 (1916)，　17）栗田義郎：農技研 2—11 (1948)，　18）仝：農気 5—2 (1949)，　19）仝：農試紀念論集 98 (1950)，　20）児島光信：農及園 6—7 (1931)，　21）佐々木喬：日作紀 I—4 (1929)，　22）斉藤巌：農技研 6—8 (1951)，　23）沢田兼吉：台湾中研農彙 47 (1913)，　24）志茂山貞二：農業 684 (1937)，

25）仝：岡山大学農誌 3（1953），　26）仝：岡山大学農誌5（1954），　27）静岡農試：農試報（1953），　28）下瀬昇：土肥雑 25—2（1954），　29）鈴木橋雄：日植病報 3—1（1934），植病研3（1937），　30）菅原友太：農及園 26—9（1951），　31）角田重三郎：日作紀 21—1.2（1952），　32）滝口義資：農及園 5—5（1916），　33）高橋隆：植及動9（1941），　34）大後美保：気象集誌 15—2（1937），　35）坪井八十二：農気 11—1（1954），　36）戸苅義次：日作紀 12（1942），　37）中沢雅典：愛知農試彙報6（1952），　38）長戸一雄：日作紀 12—2（1940），　39）中原孫吉：農及園 17—12（1942），　40）松木五楼：農及園 26—11（1951），　41）松尾孝嶺：日作紀 21—2（1951），　42）仝：農気 6—3.4（1951），　43）仝：農及園 19（1944），　44）仝：農技 6—7（1951），　45）三重農試：農試報（1953），　46）三代良信：農及園 19（1944），　47）宮崎農試：農試報（1954），　48）三井進午：葉面撒布に関する研究（1954），　49）村英式：九州農研8（1951），　50）森田潔：農及園 29—5（1954），　51）仝：農及園 28—2（1953），　52）仝：日作紀 22—1.2（1953），　53）兵庫農試：農試臨報（1937），　54）山崎守正：台湾農会報 2—11（1940），　55）安武一男：農及園 16—5（1941），　56）曾根四郎：東北農業5（1951），　57）野口等：葉面撒布に関する研究（1954），　58）丹波栄次：農及園 22—8（1947），　59）佐藤健吉：大日本農会報 601（1930），　60）長谷川清三郎：兵庫短大研究彙録4（1954）.

Studies on the saline injury on crops (Ⅲ)

On the relations between the air supply to the root zones on wheat and the appearance and the development of the saline injury.*

Tatsuo OGO

In the previous investigations in this series, the toxic effect of saline solution on wheat and rice was studied. The author has demonstrated that the saline solution of certain concentration in the root zones retarded both top and root growth(1)(2)(3)(4)(5) and that the decrease of both water uptake(1) and activity of enzymes(4) was proportional to the concentration of saline solution and also that the total carbohydrate content(4) was considerably reduced as concentration of saline solution was raised, even though there was a difinite increase in the starch/sugar ratio.

Moreover, in regard to the relation between the metallic element metabolism and the saline injury(6), a great incease of sodium accumulation was observed in the tops of plants grown in the nutrient solution added sodium chloride and the content of other elements tended to decrease. According to agronomic experiments(8)(9)(10)(11), the appearance and the development of the symptoms of the saline injury varied with the different growing stages in which the plants were irrigated with saline water and finally it was confirmed that the production of wheat was in jeopardy by the saline injury in the later growing stages of wheat. The author, however, was still unable to prove the developmental mechanism of the saline injury so far as these studies had concerned and therefore came to think that attention had to be focused on many combined factors which might contribute to the saline injury.

In general, the salt absorption and accumulation depend upon aerobic metabolism(15)(18)(19)(20)(21). Hopkins *et al.* (12), however, showed that the increase of sodium accumulation was remarkable, when oxygen levels were lowered. In their experiment of two-week's duration, the growth responses, nutrient accumulation and nutrient transport were measured for tomato, soybean and tobacco in their dependence on oxygen supply in the root zones. On the other hand, Epstein *et al.* (13) showed that sodium absorption of the excised barley root for only 3 hours was not of a passive, non-metabolic nature but function of aerobic metabolism like the absorption of potassium and rubidium.

In this paper, therefore, the author has investigated the relations between the air supply to the root zones and the development of the toxicity symptoms resulting from salinization

* This investigation is supported partly by a special subsidy from the Government.

These results were presented at the 109th meeting of Crop Science Society of Japan, Tokyo, December 1955.

and it has been possibly said that aerobic condition around root systems may become an important factor which controls the appearance and the developement of the symptoms of the saline injury.

The author wishes to express his thanks to prof. Shizuo Takegami for suggesting this investigation as well as for constant guidance in the course of the research. Thanks are also due to Dr. Nakae Enomoto for some valuable suggestions and to Mr. Yasuto Miyake for gifts of a part of material used in this research.

MATERIALS AND METHODS

Experiment I & II --- All seedlings were transplanted in 200 c.c. bottles on Feb. 19, 1955, for experiment I and on March 26 for experiment II, and then all seedlings were grown in water culture. All seedlings were selected as uniform as possible from the wheat plants, local variety "Norin No. 52", that were sowed on field on Nov. 1, 1954 and were cultured as usual. After the development of new roots in all cultures, they were treated by saline solutions with various concentrations. They were devided into two groups, viz. aerated group and anaerated group. The solutions of the former were forced aeration during 10 minutes daily with air current through the vacume pump with 2 m.m. glass-nozzle driven by 3 HP single-phase-current motor (aerated group: C-a, 1.0-a, 2.0-a) and the solutions of the latter were covered with the liquid paraffin throughout the duration of experiment in order to isolate from the air (anaerated group: C-t, 1.0-t, 2.0-t). Sodium chloride was added to the basal nutrient solution so as to become the prescribed concentrations of saline solution. The basal nutrient solution was made up as follows: KH_2PO_4: 0.37g., $(NH_4)_2SO_4$: 0.14g., $MgSO_4 \cdot 7H_2O$: 0.50g. and $Ca(NO_3)_2 \cdot H_2O$: 0.14g. per liter (tap water). This nutrient solution had been found to produce as good growth of seedlings under these conditions as was obtained with more complex solution. All cultures were treated as described above from March 7 to 23 for experiment I and for experiment II from April 1 to 14.

Experiment III ---- Seeds of the same variety used in the above experiment were sowed on April 5, 1955, in wooden boxes filled with sand. The seedlings with three leaves were transplanted on April 18 in the 12 cm porous pots of which the bottom-holes were covered with the thin glass wool, and the pots were filled with washed sand. As all seedlings had extended new roots after ten days, half cultures were dipped from April 28 to May 14 into the saline solutions with various concentrations throughout the experimental period (anaerated group: C-t, 1.2-t, 2.5-t), and remaining half were irrigated with these solutions day about (aerated group: C-a, 1.2-a, 2.5-a).

The degree of injury on the leaf blades induced by the saline solution was indicated as follows:

Degree of injury	Sign	Index
Normal	−	0
Tip burn or half yellowing	+?	1

Half browning (Half dead) .... + ... 2
All yellowing .... ++ 3
Dead (All browning) .... +++ 4

Experiment IV —— The author observed the responses of growth and maturity of wheat, the variety being the same as in the above experiment, grown at the polder fields which were located on the seacoast of the Kozima Bay and reclaimed in 1946. This experimental plots were composed of the fields where wheat was grown as backcrops on paddy fields, and composed of the upland fields and of the fields which were left alone after relamation from sea. Their top leaves and soils of upper layer on these fields were sampled on May 11, 1955, and the leaf length, the leaf width, the number of stomata and the size of stoma for top leaves and the porosity, the water volume percentage and the air space percentage of the soils were measured; especially total porosity was calculated from the real specific gravity.

At harvest time (June 7), the factors related to production were observed and measured.

Experiment V —— In order to investigate the changes induced by salinization, seeds were sowed on Nov. 10, 1954, in the 1/5000 ares Wagner pot filled with sand. At the time when the 5th leaf developed, all cultures were each treated by saline irrigation water with 0%, 1.2%, and 2.5% NaCl. Of the 7th and 8th leaves sampled on Feb. 18, 1955, and of the 9th and 10th leaves sampled on March 14 were measured the length and the width of the leaf blades and the number and the size of stomata. The nutrient solution used in this experiment was the same one as before.

In the experiment IV and V, the epidermis teared off the surface of leaf blade was used for observation of stoma and in all experiments, except for experiment V, the content of metallic elements was determined by emission-spectro-analysis* described in the preceding report(6).

RESULTS AND DISCUSSION

Responses of wheat to aerobic condition and to anaerobic condition combined with the various concentrations of saline solution in the root zones are shown in table 1.

The degree of the development of the toxicity symptoms resulting from salinization was significantly greater in the plants under the anaerobic condition than under the aerobic condition at the level of 1.0-1.2% NaCl concentration for about two-week's duration in both sand and water cuture experiment. But in the plants of 2.0-2.5% NaCl series, the difference was not significant. This relationship was equally shown in regard to reduction of top or root growth, hydration ratio and number of leaves. Moreover, in the water culture, despite the increased concentration of saline solution caused by operation of the air supply, the aerobic condition in the root zones showed good effect to inhibit the development of the symptoms of the saline injury. According to the results stated above, this effect may give a valuable suggestion to the cultivation processes to be

* Thanks are due to Mr. Kuroyanagi and Mr. Ishikawa for equipment

Table 1. Responses of wheat to aerobic condition and to anaerobic condition combined with the various concentrations of saline solution on the root zones

Plot	Experiment Ⅲ (Sand culture)						Experiment Ⅰ & Ⅱ (Water culture)					
	Dry Wt.		Elong.**	Max. length	Increased** No. of	Increased** degree	NaCl% of soln. (Ⅱ)		Increased deg. inj.**		Hydration ratio	
	Tops	Roots	Tops	of root	leaves	of injury	initial	final	(Ⅰ)	(Ⅱ)	(Ⅰ)	(Ⅱ)
	g	g	cm	cm								
C-a	0.50	0.27	13.98	21.13	3.05	0.22	0	0	0.21	0.81	7.79	5.82
C-t	0.47	0.18	12.75	14.80	3.11	1.22	0	0	0.35	1.46	7.44	4.05
1.2-a	0.14	0.07	2.35	13.63	2.38	1.69	1.119	1.497	0.64	2.01	7.40	4.91
1.2-t	0.06	0.04	0.00	9.76	1.13	3.12	1.119	1.143	1.55	2.75	5.88	3.42
2.5-a	0.05	0.03	1.00	7.01	1.00	2.58	2.023	2.177		3.33		2.09
2.5-t	0.05	0.03	0.00	8.90	1.00	3.33	2.023	2.052		3.21		2.18
LSD5%*			2.81	2.62	0.96	0.36			0.21	0.60	0.84	1.22
LSD1%			3.80	3.54	1.30	0.49			0.29	0.81	1.15	1.71

* LSD denotes the least difference required for significance between any two means.

** Elongation and increase values are given as differences between initial and final value.

Table 2. Relation between the metallic elements in the leaf blades and the kinds of treatment (Relative transmittance of a spectrum line image)

Element	Fe	B	Si	P	Mn	Mg	Al	Ca	Cu	Na
Wave-length(Å)	2395.6	2497.7	2516.1	2535.6	2605.7	2936.5	3092.7	3158.9	3247.5	3302.3
C-a	1.48	2.47	1.82	3.86	1.94	2.03	1.27	3.91	2.35	1.41
C-t	1.47	2.15	1.72	3.45	1.84	1.62	1.23	3.49	2.15	1.58
1.0-1.2 a	1.40	1.41	1.70	2.52	1.63	1.87	1.23	3.29	2.19	2.22
1.0-1.2 t	1.39	1.34	1.55	2.45	1.74	2.36	1.37	4.03	2.42	2.42
2.0-2.5 a	1.28	1.22	1.58	2.42	1.13	1.65	1.26	3.24	2.35	2.62
2.0-2.5 t	1.21	1.60	1.39	1.94	1.17	2.10	1.34	4.20	2.41	3.35
Ist year wheat	1.97	3.70	10.00	3.70	3.49	4.75	1.42	5.88	4.13	1.18
Backcropped wheat	2.05	5.21	7.27	3.80	3.45	4.92	1.90	4.30	4.38	3.00

followed at the polder fields where wheat is likely to be severely injured by excessive soil moisture.

It was clearly shown that the sodium content in the leaf blades was lower under the aerobic condition than under the anaerobic condition, as given in table 2. This result was already found by Hopkins *et al.* (12) and the other elements decreased in the plants treated by saline solution under the aerobic condition as shown before (6), but under the anaerobic condition, this relationship was not so clear that it might be said that the behaviour of these elements had some connection with the appearance and the development of the toxicity symptoms induced by salinization. But as stated above, according to Epstein *et al.* (13), the relationship between sodium absorption and oxygen supply was completely opposed to this author's result. Lawton ('46) and Chang *et al.* ('45) concluded that the inhibition of nutrient accumulation induced by poor aeration around

the roots varied with the kinds of nutrients and also that the decrease of selective absorption was proportional to the increase of carbon dioxide in solution. However, although it has been well norticed that poor aeration increases accumlation of sodium element in certain cases, the mechanical causes of the increase of sodium element are not well understood. It is also impossible to determine which is a major factor, poor aeration or increase of sodium accumulation, concerning the appearance and the development of the toxicity symptoms induced by saline irrigation as far as this experiment goes.

The colour of the leaves of the plants whose roots were under the anaerobic condition was distinctly paler green than that of under the aerobic condition. On the other hand, in the case of the aerated solution, the colour of the leaves of the plants treated by saline solution was remarkably more dark green than that of the plants untreated.

The factors related to the wheat production at the polder fields are shown in table 3.

Table 3. Factors related to wheat production at harvesting time

Plot	Leaf		Stem	Ear	No. of	Wt. of	No. of	Stomata on top leaf			Soil condition		
	Length	Width	length	length	grains per ear	grains per ear	stems for 50cm unit	Number (per2.2mm)	Length (×4μ)	Width (×4μ)	Porosity	Water content	Air space
	cm	cm	cm	cm							%	%	%
1st year wheat	28.12	1.66	106.10	10.83	64.64	2.48	90.00	20.42	16.97	9.55	78.9	40.7	38.2
Upland wheat			109.37	11.42	64.14	2.54	101.90						
Backcropped wheat	22.68	1.46	88.75	10.94	64.32	2.28	44.20	22.01	15.53	9.37	76.6	41.9	34.6
LSD 5%	0.93	0.01	4.63	N.S.	N.S.	N.S.	10.83	1.21	1.24	N.S.	1.0	N.S.	3.1
LSD 1%	1.58	0.02	6.14	N.S.	N.S.	N.S.	14.62	1.66	1.70	N.S.	1.3	N.S.	5.1

* LSD : The least difference required for significance between any two means.

In spite of the lapse of the same time after reclamation from sea, it was found that the yield of wheat as backcrops on the paddy field was extremely poorer than that of either upland wheat or of wheat at the field cultivated for the first time. And it was also found that the leaf length, the leaf width and the size of stoma on the top leaves were significantly reduced and the number of stomata increased on wheat planted after harvesting rice and found that these results were in accordance with the development of the toxicity symptoms resulting from salinization, as given in table 4. Moreover, the percentage of the air space and the porosity in soils of upper layer of the fields after harvesting rice were distinctly smaller than those of the other fields, and in regard to the contents of the metallic elements in wheat, the results obtained in the experiment on the polder fields were somewhat similar to the above experiments, as given in table 2. In general, alkaline soil prensents the phenomenon of the peptisation caused by the dilute saline solution and the irrigation water. Therefore, it seems that the soil

Table 4. Responses of wheat to saline irrigation water containing various cocentrations

Leaf No.		10		9		8			7			LSD	
Plots		C	1.0%	C	1.0%	C	1.0%	1.5%	C	1.0%	1.5%	5 %	1 %
Leaf length	cm	20.59	10.44	25.97	14.22	23.58	19.55	16.42	22.71	23.05	17.77	0.89	1.17
Leaf width	cm	1.19	0.94	1.07	0.87	1.07	0.95	0.76	0.99	0.89	0.63	0.04	0.05
No. of stomata per 2.2cm		15.70	20.00	14.64	19.38	13.22	16.40	16.84	12.58	14.12	15.36	0.89	1.17
Stoma length	×4μ	14.00	11.91	14.75	12.20	15.46	14.11	13.13	15.95	15.19	13.70	0.67	0.88
Stoma width	×4μ	8.31	7.30	8.93	7.56	9.38	8.34	7.44	9.14	8.30	7.86	0.50	0.66

structure of that fields after harvesting rice is not adaptable for wheat growing as compared with the upland fields. So it is possible to consider that the appearance and the development of the symptoms of the saline injury at the polder fields seems to be promoted by lowered aerobic condition around the roots.

On the other hand, in the observation at the polder fields, Yoneda S. *et al.* (22)(23)(24)(25) showed that iron sulfides in the polder soils of the Kojima Bay had a profound influence on the process of forming halogentic polder soils and under the aerobic condition in the soils, iron sulfides were rapidly oxidized and the reaction of soils became acid as a result of this change. Moreover, they showed that this phenomenon was found in the soil samples that were incubated in imitation of upland moisture condition after the soil samples had been left alone for a long time under the water-logged condition. But in the soil samples taken from the fields where the condition of the upland field continued only, the acidification was smaller than in the soil samples incubated after drainage, though iron sulfides were oxidized and their products were easily leached out. Therefore, it seems that the result of the author's observation on polder field-experiments might have been caused by a combination of these two factors, viz. poor aeration and acidification, though the reaction of soils was not observed in this research.

Cooper *et al.* (16) showed that manifestation of toxicity in citrus was related to the accumulation of chloride in the leaves and Cooper & Gorton (17) also concluded that there was a possible relationship between toxicity and chloride accumlation in excess of the sum of calcium, magnesium, potassium and sodium, and also that the increase in sodium was not directly associated with high chloride accumulation. On the contrary, Lilleland *et al.* showed that tip burn might be caused by sodium accumulation in almond tree and that tip burn was not always associated with accumulation of the chloride ion. But in this present reserach, as chloride accumulation was not determind, it is impossible to explain the interrelation between sodium and chloride accumulation in the case of the saline injury.

As stated above, it is considered that the appearance and the development of the toxicity symptoms induced by salinization may be caused by the reduced metabolic activity, or by physical changes in permeability resulting from poor aeration, or by

physiological changes (e. g. the reduced intake of water, the reduced activity of enzymes, or the reduced respiration resulting from lack of adequate aeration of roots, or a combination of the two or three factors). It would be also presumed that the appearance and the development of the toxicity symptoms induced by saline solution is more seriously under the effect of the abnormal condition around the root zones than under the effect of higher concentration of saline solution in itself.

Therefore, the investigation about the causes for reduced development of the toxicity symptoms resulting from forced aeration must be the subject of future research.

SUMMARY

The author has investigated the relation between the air supply to the root zones and the appearance and the development of the toxicity symptoms resulting from salinization on wheat, the variety used being a local variety "Norin No. 52". The results obtained can be summarized as follows :

In the experiment for about two weeks, the degree of the development of the toxicity symptoms resulting from salinization was significantly greater in the plants under the anaerobic condition than under the aerobic condition at the critical level of concentration for growth but at higher concentration than above, the difference was not significant. This relationship was equally shown in the reduction of top and root growth, hydration ratio and number of leaves. It was shown strikingly that sodium accumulation in leaf blades was lower under the aerobic condition than under the anaerobic condition.
The accumulation of the other elements decreased in the plants treated by saline solution under the aerobic condition, but under anaerobic condition this relationship was not clear.

In regard to the growth and maturity on the polder fields, it was found that the yield of wheat as backcrops on the paddy field was extremely poor than that of either upland wheat or of wheat at the field cultivated for the first time in spite of the lapse of the same time after reclamation from sea. It was also found that leaf length, leaf width and size of stoma on top leaves were significantly reduced and found at the same time that the number of stomata increased on wheat as backcrops on the paddy fields.

The percentage of air space and porosity in the soils of upper layer on the fields after harvesting rice were distinctly smaller than that on the other fields.

Therefore, it might be considered that the appearance and the development of the toxicity symptoms resulting from salinization is markedly promoted by lowered aerobic condition around the roots as far as this experiment goes.

LITERATURE CITED

1. Iwaki S., Ota K. & T. Ogo ([illegible]): Sci. Rep. Fac. Agr. Okayama Univ., No. [illegible], [illegible]-45.
2. ———, ———, ——— (1953): Proc. Jap. Crop Sci. Soc., Vol. 22, No. 1-2, 13-14.
3. Ota K., & T. Ogo (1953): Ibid, 77-78.
4. ———, ——— (1954): Special Bull. Okayama Agr. Exp. Sta., No. 49, 17-24.

5 ———, ——— (1954): Proc. Jap. Crop Sci. Soc., Vol. 23, No. 1, 61.
6 ———, ——— & K. Sasai (1954) : Sci. Rep. Fac. Agr. Okayama Univ., No. 4, 1-6.
7 ———, ——— & H. Hayashi (1955): Proc. Jap. Crop Sci. Soc., Vol. 23, No. 4, 308.
8 ———, ——— & K. Sasai (1955): Special Bull. Okayama Agr. Exp. Sta., No. 51, 21-25.
9 Ogo T. & K. Sasai (1955): Ibid, No. 51, 27-40.
10 ———, ——— (1955): Sci. Rep. Fac. Agr. Okayama Univ., No. 6, 43-50.
11 Shimoyama T. & T. Ogo (1955): Special Bull. Okayama Agr. Exp. Sta. (In press)
12 Hopkins H. T., A. W. Specht & S. B. Hendricks (1950): Plant Physiol., Vol. 25, 193-209.
13 Epstein E. & C. E. Hagen (1952): Ibid, Vol. 27, 457-474.
14 Hayward H. E. & C. H. Wadleigh (1949): Advance in Agronomy I.
15 Hoagland D. R. (1948): Lecture on the inorganic nutrition of plant.
16 Cooper W. C. & B. S. Gorton (1952): Proc. Amer. Soc. Hort. Sci., Vol. 59, 143-146.
17 Gorton B. S., W. C. Cooper & A. Peynado (1954): Ibid, Vol. 63, 49-52.
18 Ordin L. & L. Jacabson (1955): Plant Physiol. Vol. 30, 21-27.
19 Pepkowitz P. & J. W. Shive (1944): Soil Sci. Vol. 57, 143.
20 Lawton K. (1945): Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 10, 263.
21 Steward, F. C., Berry W. E., & Broyer T. C. (1936): Ann. Bot. 50, 345.
22 Yoneda S. & N. Kawada (1954) : Jap. Jour. Sci. Soil and Manure, Vol. 25, No. 1, 36-40.
23 ———, ——— & T. Kōchi (1955): Ibid, Vol. 26, No. 2, 56-62.
24 ——— & S. Ikehasu (1955): Ibid, Vol. 26, No. 3, 107-112.
25 ——— & N. Kawada (1955): Ibid, Vol. 26, No. 5, 168-170.

作物の塩害に関する研究

第3報　小麦の根部に於ける通気と塩害発現との関係

小　合　龍　夫

摘　　要

干拓地に於ける麦作では，畑地麦と水田麦との相違によつて，被害の程度が異るので，之が解明の一端として，根部の通気と塩害の発現について検討した．品種は小麦農林52号を用い，次の如き結果から，根部の呼吸を悪化させる条件は塩害の発現を著しく助長する事を認める事が出来た．

(1) 塩水に対する小麦の生育限界濃度（1.0～1.5 NaCl%）に於て，根部に通気した場合は通気を行わない場合に比して，害徴の出現及び増大の程度が少く，之等の差は単一の湿害に勝つていた．又生育に伴う諸種の結果もこの関係に一致した．然し高濃度（2.0～2.5 NaCl%）の場合には通気が塩害を軽減する事実は明かでない．

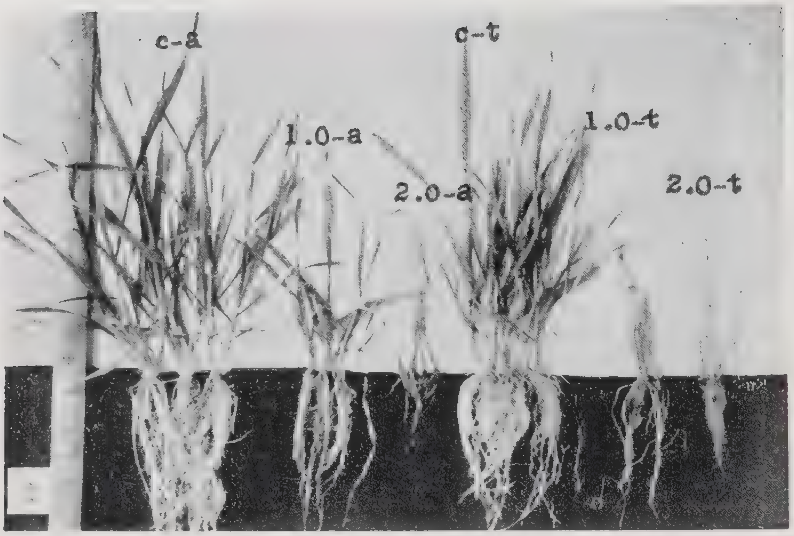
(2) 葉身内 Na 元素含量は同一塩水濃度処理区に於ても，通気を行わなかつたものに著しく多く，又他の無機元素については，過剰の塩分の存在のもとでの通気に対して，一定の関係が見られなかつたが，概して選択的吸收低下の結果を伺う事が出来，之等と塩害発現との関係につい

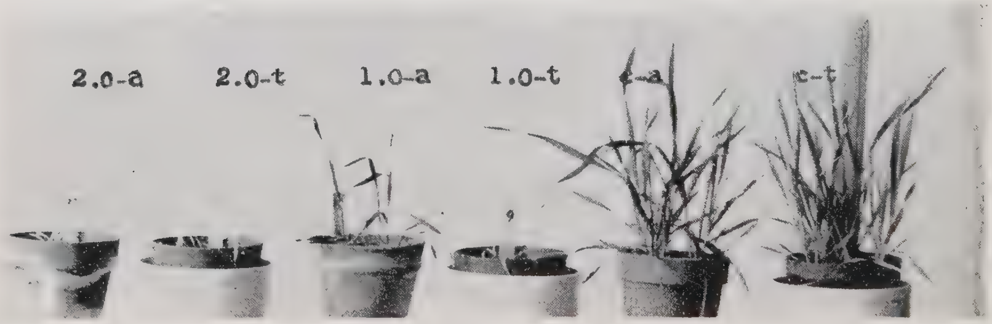
ては，今後の研究に待たれる．

(3) 干拓地に於ける小麦の生育及び收量については，水田裏作麦が畑地麦及び初年度麦に比して著しく悪く，気孔の大きさ，数，葉身長及び葉巾は塩害の基礎調査で得られた形態の変化の結果と一致していた．又穂長，一穂粒数，1石粒重等では三者の相違が明かでないが，稈長及び単位当りの茎数では裏作麦が最も劣つていた．

(4) 之等圃場の土壌内水分含量には大差なかつたが，孔隙量及び空気間隙量は初年度麦圃に大きく，裏作麦圃に小さかつた．

(5) 裏作麦及び初年度麦の体内金属元素含量の消長は通気区及び不通気区の関係に近似している．





1 & 2. Responses of wheat to aerobic condition and to anaerobic condition combined with the various concentrations of saline solution in the root zones. (After the experiment)

3. Two methods of sand culture ; left : aerated group, right : anaerated group.

反芻家畜の Relaxin に関する研究

（4）．妊娠及び分娩後の山羊及び緬羊の血清中の Relaxin の濃度

和　田　　宏・湯　原　正　高

Studies on relaxin in ruminants

（4） Concentration of relaxin in the blood serum of pregnant and postpartum goats and ewes.

Hiroshi WADA , Masataka YUHARA

Summary

（1）Blood serums of pregnant and postpartum goat and ewe were assayed for relaxin according to the bioassay method established by Abramowitz et al. （1944） and modified slightly by the present writers.

（2）Relaxin concentration in the blood serum of the goat of the twentieth day of pregnancy was about 1 GPU per cc. It continues to increase afterwards ; and between the 3rd and the 4th month a plateau was reached and maintained for the remainder of pregnancy.

（3）After parturition, there was a precipitious decrease in the concentration of relaxin in the blood serum of the goat (fig. 1 and table 1).

（4）As regards the amount of relaxin in the blood serum, there seems, to be no difference between the well fed goat and the poorly fed one.

（5）Relaxin concentration in the blood serum of ewe seems to be lower slightly than that of goat, though the number of samples studied was rather small.

（6）There seems to be no remarkable difference among different ruminants in the hight of the plateau of the curve showing the amount of relaxin in the blood serum, the amount ranging from about 3.0 to 4.0 GPU per cc.

（7）The precipitious decrease of relaxin after parturition would indicate that the placenta is an important site of the formation of this hormone in the goat and ewe as has been presumed in the case of the cow by the present writers in a previous report.

（8）Judging from the statistical observation in the changs of pelvis during the period of pregnancy and delivery of the cow reported by an other investigator, the sacro-iliac articulation, at least, is considered to be relaxed by the effect of relaxin during the period of pregnancy in the goat and the ewe.

骨盤の恥骨縫合弛緩ホルモン即ち Relaxin は最初 Hisaw（1926）により発見，命名され，次いでイヌ、ネコ、モルモット、イエウサギなどの妊娠血清及び胎盤抽出物を処女モルモットに注射して，妊娠時と同様な骨盤の弛緩を起こさせた．その後，ブタの黄体からモルモットの恥骨結

合離開ホルモンすなわち Relaxin，子宮粘膜作用ホルモン及び嚙歯類膣粘膜作用ホルモンを分離抽出することに成功した（Fevold, Hisaw and Meyer 1930；Fevold, Hisaw and Leonard 1932）．その後さらに牝豚の黄体から力価の高い Relaxin が抽出せられた．またその後，改良は加えられたが此のホルモンの Bioassay が Abramowitz et al.（1944）により確立されている．然るに，他方 De Fermery, Kober u. Tausk（1931），Courrier（1931）その他このホルモンの存在につき，なほ疑義をはさむ者もあつたし，此のホルモンに関する研究は充分に進んでいるとは云えない．

此のホルモンが数種の哺乳動物の妊娠血清中にあることは判つていたが，反芻家畜に関して此のホルモンの研究はみるべきものがなかつた．筆者等はこれまでに乳用牛（ホルスタイン種）及び和牛の妊娠血清中の Relaxin 含量などについて報告した．寡聞ではあるが，筆者等の知る限りに於いては，反芻家畜の血清中の Relaxin の消長に関しての報告は，前述の筆者等のものがあるのみである．

例数は少ないがヤギ及びヒツジの妊娠血清中の Relaxin について，その量を検定したので一応，ここに報告する，

実験材料及び方法

此の実験に山羊（ザーネン種）3頭，緬羊（コリデール種）8頭を用いた．山羊3頭の中，2頭は未経産で妊娠中のもの，1頭は初産で妊娠中のものであつた．そして，それらの妊娠中及び分娩後の各時期に血液を採つた．

採血は頸静脈から清潔に採取し，無菌的に室温に一昼夜放置した後，凝固血液を遠心分離して，血清を 0°C. の冷蔵庫に貯えた．採血は妊娠中のものは，種付月日から計算して略1ヶ月毎に行い，分娩後のものは，胎児の娩出から正確に時間を測つて行つた．緬羊の血液の採取その他は山羊の場合と略同様にした．

なほ，供試山羊は，家畜の栄養と血清中の Relaxin の量の関係をみる目的もあつたので，それぞれ栄養程度の異るものを選んだ．即ち，3頭の中，1頭は粗飼料のみで飼養し管理も非常に粗放で栄養状態も極端に悪かつた．他の1頭は濃厚飼料として麸，小麦等も潤沢に給与され，管理もゆきとゞき栄養状態の頗る良いものであり，而して残りの1頭は栄養中等のものであつた．

血清例数は山羊の妊娠中のもの12例，同じく分娩後のもの4例，計16例，緬羊は妊娠中のもの10例，分娩後のもの3例，計13例であつた．これらの血清中のRelaxinの量の検定はAbramowitz et al.（1944）の生物検定法を僅かに修飾した方法（原法に於ける estradiol の日量 0.83γ を 0.80γ に変更した）によつて行い，その標準曲線から筆者等が作成した標準表に照合して，血清用量中の Relaxin の量を GPU で表した．而して之を血清 1cc. 中の濃度に換算したが，これらは総べて筆者等がこれまでに述べた方法によつて行つた．原法では estrogen primed モルモット12頭に対し被検物質を注射することになつているが，筆者等は事情によりては規定のモルモットの頭数を用い得なかつたので，そう云う場合は使用動物数に対する陽性反応動物数の単なる百分率から Relaxin 単位を計算した．estrogen としては帝国臓器株式会社の Ovahormon Benzoate（estradiol monobenzoate）を 4γ/cc. の濃度に精製胡麻油に溶かして使用した．

被検血清注射後，6時間に manual palpation により，モルモットの骨盤の恥骨の動きを検査したが，その後に於いても注射後12時間，24時間，36時間，48時間等に同様に検査して，恥骨縫合の弛緩の残存を確かめ，弛緩効果の持続時間を調べた．

実験成績及び考察

前述の如くして，使用した血清の用量，使用動物数，反応動物数，血清 1cc. 中の Relaxin の濃度等を一括して第1表に示した．此の Relaxin の濃度と妊娠期との関係を図示すれば第1図のようになる．

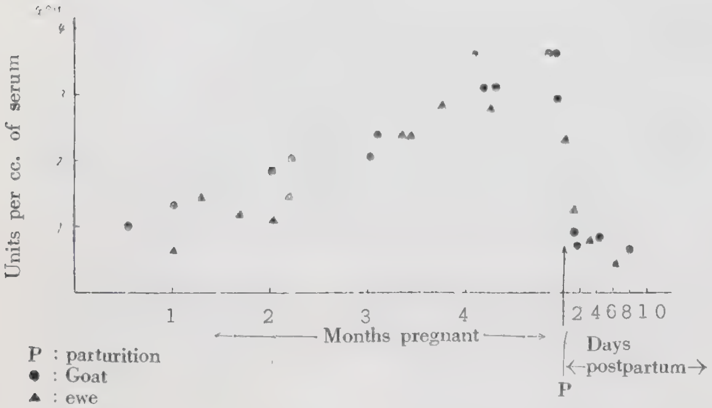
Table 1. Concentration of relaxin in the blood serum of the Saanen goat and Corriedale sheep during pregnancy and after parturition.

		No. of serum	Stage of gestation, in days	No. of goat or ewe	Dose of serum injected	Numer of guinea pigs	No. of animals of positive response	Percnetile response %	Relaxin amount GPU/cc.
Goat	Prepartum	1	16	1	0.5	10	3	30	1.00
		2	30	1	0.5	9	4	44	1.34
		3	60	2	0.5	11	7	63	1.90
		4	66	1	0.5	12	8	66	2.07
		5	90	2	0.3	10	4	40	2.06
		6	92	1	0.3	12	6	50	2.39
		7	123	2	0.4	12	10	83	3.65
		8	126	3	0.2	10	4	40	3.10
		9	128	1	0.2	10	4	40	3.10
		10	145	2	0.2	10	5	50	3.65
		11	147	1	0.2	10	5	50	3.65
		12	147	3	0.2	8	3	37	2.91
	Postpartum	13	1	3	0.5	11	3	27	0.92
		14	2	2	0.5	10	2	20	0.72
		15	4	1	0.5	12	3	25	0.85
		16	8	2	0.5	11	2	18	0.68
Ewe	Prepartum	17	30	1	0.5	11	2	18	0.68
		18	40	4	0.5	8	4	50	1.46
		19	51	2	0.3	8	2	25	1.28
		20	61	4	0.5	9	3	33	1.07
		21	65	3	0.5	8	4	50	1.46
		22	100	7	0.3	10	5	50	2.43
		23	101	8	0.3	8	4	50	2.43
		24	127	8	0.3	8	5	62	2.67
		25	111	5	0.2	11	4	36	2.84
		26	150	6	0.3	9	4	44	2.23
	Postpartum	27	1	5	0.5	10	4	40	1.22
		28	3	5	0.5	9	2	22	0.78
		29	6	5	0.5	12	1	8	0.40

これによつてみると，山羊の血清中には少くとも妊娠20日頃には 1cc. 中に略1GPU 程度の Relaxin が認められる．その後増加して3ヶ月乃至4ヶ月の間に最高値に達し，その後は略同じ水準が保たれる様である．弛緩作用物質を検量する完全な良い方法は現在のところ無いように思われる．manual palpation method も動物の個体的な，また人為的な誤差を避け難く variability

もかなり高いが，他に完全な方法も無く，比較的容易に迅速に行うことが出来るので，吾々の頼らねばならない方法の一つである．何れにしても，こゝに得られた結果では山羊の妊娠中の血清 Relaxin の最高値は略 3.5 GPU/cc. であつた．

Fig 1. Relations of relaxin contents in the blood serum of pregnant and postpartum goats and ewes to the stage of gestation.



山羊の妊娠期間は牛のそれの略二分の一であり，この妊娠期間の長さを考慮し，いま得られた山羊のRelaxin の消長を牛のそれと比較すれば，その曲線型は何れも妊娠の後三分の一の時期が plateau に当る点に於いて一致している．そして此の plateau に於ける値も牛の場合と大きな差はないように思われる．また分娩後の山羊の血清中に於ける Relaxin の量は急に低下して，分娩後2日では妊娠中の最高値の略 1/4 に減少し，7，8日過ぎには殆んど検知し得ざる量にまで低下している．この分娩後に於ける急激なる減少も牛の場合に似ているように思われる．

去勢後8日間は妊娠家兎の血清中に Relaxin が見出されるが，流産後はそれが見出されないことが報告されており（Hisaw，1929），筆者等も流産後の牛につき略同様なことを観察している．

また，家兎の母体胎盤や胎児胎盤抽出物は Relaxin 検定に対し陽性反応を与える．ところが羊膜液，胎血，胎胚の生理的食塩水抽出物は明らかな結果を与えないが，胎血は他の二者に比し恒常的結果を与える．これらのことから Hisaw（1929）は Relaxin は胎児体内で造られるものではなく，少くとも胎盤が此のホルモンの生成源の一つであることを示している．これらの報告に徴してみても，筆者等がこれまでの報告に於いて，牛に関して推定した如く胎盤が最も重要な Relaxin の生産基盤の一つであると云うことは誤りのないことゝ思われる．而して，これは山羊や緬羊についても同様で，黄体は重要な関係があるものと思われるが，胎盤はそれに劣らず重要な Relaxin の生産場所であろうと思われる．

緬羊に関しては妊娠後半期の血清例数が充分でなく，また例数は少ないのであるが Relaxin の消長の曲線の型は山羊のそれと略同様と考えられるが，その濃度は山羊のそれよりもやゝ低いもののようである．

なお，注射血清中の Relaxin の量と骨盤弛緩の持続時間の関係は第2表の如くであり，これも今までに牛についての筆者等の報告と大体，一致しており，大ざつぱにみて一般に大量の Relaxin によつて生ずる骨盤の弛緩の持続時間は，小量の Relaxin の注射によりて生ずるそれに比し長いことが示されている．

供試山羊3頭は，飼養管理及び外見上からして明らかに栄養状態が異つていたものであつたが，その血清中の Relaxin の量には差異が無い様であつた．従つて母体の栄養は，その血清中の Relaxin 濃度に明らかな影響を与えないようである．妊娠中に於ける血流中の栄養摂取に於

Table 2. Hours during which pubic symphysis of guinea pig remained relaxed after a single injection of the blood serum of goat and ewe.

	No. of serum	Dose of serum	Relaxin amount of serum GPU/cc.	Dose of serum relaxin injected GPU	No. of guinea pigs	Hours after injection. 6 hrs. No. of animals showing positive response	6 hrs. percentile response %	12 hrs. No. of animals showing positive response	12 hrs. percentile response %	24 hrs. No. of animals showing positive response	24 hrs. percentile response %	36 hrs. No. of animals showing positive response	36 hrs. percentile response %	48 hrs. No. of animals showing positive response	48 hrs. percentile response %
Goat	1	0.5	1.00	0.50	10	3	30	3	30	2	20	0	0		
	2	0.5	1.34	0.67	9	4	44	2	22	0	0				
	3	0.5	[illegible]	0.64	11	7	63	1	9	0	0				
	4	0.5	2.00	1.00	12	8	66	6	50	4	33	0	0		
	5	0.3	2.06	0.62	10	4	40	2	20	0	0				
	6	0.3	2.39	0.72	12	6	50	5	41	3	25	2	16	0	0
	7	0.4	3.65	1.24	12	10	83	9	75	4	33	2	16	0	0
	8	0.2	3.10	0.62	10	4	40	2	20	1	10	0	0		
	9	0.2	3.10	0.62	10	4	40	2	20	1	10	0	0		
	10	0.2	3.65	0.73	10	5	50	2	20	1	10	0	0		
	11	0.2	3.65	0.73	10	5	50	5	50	2	20	2	20	0	0
	12	0.2	2.91	0.58	8	3	37	2	25	1	12	0	0		
	13	0.5	0.92	0.46	11	3	27	2	18	2	18	1	9	0	0
	14	0.5	0.72	0.36	10	2	20	2	20	1	10	0	0		
	15	0.5	0.85	0.42	12	3	25	1	8	0	0				
	16	0.5	0.68	0.34	11	2	18	2	18	0	0				
Ewe	17	0.5	0.68	0.34	11	2	18	2	18	0	0				
	18	0.5	1.46	0.73	8	4	50	2	25	1	12	0	0		
	19	0.3	1.87	0.42	8	2	25	1	12	0	0				
	20	0.5	1.06	0.53	9	3	33	2	22	1	11	0	0		
	21	0.5	1.16	0.58	8	3	37	3	37	0	0				
	22	0.3	2.43	0.73	10	5	50	5	50	3	30	1	10	0	0
	23	0.3	2.43	0.73	8	4	50	3	37	1	12	0	0		
	24	0.3	2.67	0.93	8	5	62	5	62	4	50	3	37	0	0
	25	0.2	2.84	0.56	11	4	36	3	27	0	0				
	26	0.3	2.23	0.67	9	4	44	2	22	0	0				
	27	0.5	7.22	0.62	10	4	40	4	40	2	20	0	0		
	28	0.5	0.78	0.39	9	2	22	1	11	0	0				
	29	0.5	0.40	0.20	12	1	8	1	8	1	8	0	0		

いて骨格，筋肉，脂肪及び乳腺組織等は胎児，胎盤組織等及び骨格系等に優先し，母体の栄養の変化は直接に骨格その他に及ぼさないことを Hammond (1944) が示しているが，これからしてみても，骨格が Relaxin の作用に関係しているとするならばその血中の Relaxin の濃度は母体の栄養により余り影響されないであろうことが考えられる．

Relaxin はモルモットに於いては骨盤の弛緩を生ずるが特に恥骨結合の弛緩作用を生ずる．これはモルモットでは恥骨結合の骨端の移動が最も著るしい変化を受けるためであるが, Relaxin

の作用を受けて最も著るしい弛緩を示す場所は動物の種類によつて異り，家兎では恥骨縫合は分離せず仙腸関節の弛緩によつて産道が開張すると云はれている（Marder, S. N. and W. L. Money, 1944).

反芻家畜に於いても，動物によつて異つているかも知れないが和牛に於ける妊娠及び分娩後の骨盤の計測によると，妊娠中は腰角幅，坐骨幅，坐骨端幅は妊娠3ヶ月以降増加する，また仙腰長，仙臆長，仙坐端長，臆幅は妊娠5ヶ月頃までは増加するが6～8,9ヶ月は減少傾向を示し以後は増加する（大川，1953）．これらのことから少くとも恥骨縫合がいくらか弛緩することは事実であろうが，これらの変化は少くとも相対的に仙骨が前後又は側方にずれることを示し仙腸関節の弛緩を伴つていることになる．従つて妊娠初期には骨盤全体の離開が起こり，次いで6ヶ月頃より8～9ヶ月頃までに仙骨と腸骨の結合を中心にして開離し，以後骨盤の全般的拡張を遂げるものゝ様である．また分娩時の諸径の変化から考察すれば仙骨は明らかに後方にずれる様である．これらのことからして牛では恥骨結合もいくらか弛緩するであろうが特に仙腸関節は明らかに弛緩するものと思われる．山羊や緬羊については実証的研究はないが，妊娠及び分娩時に，牛に於けると同様な変化が骨盤に起こるものと考えられる．

以上の様なことから，此のホルモンを恥骨結合離開ホルモンと称することは余り当を得たものではなく，むしろ骨盤結合弛緩ヘホルモンまたは，骨盤結合離開ホルモンとでも名付けるべきであろう。併し乍ら，此のホルモンに関して単に骨盤の弛緩のみならず，他にも何らかの重要な生理作用があるものと思われる．

摘　　要

（1），山羊及び緬羊の妊娠中及び分娩後の血清中の Relaxin を Abramowitz et al. (1944) により確立され，筆者等によつて僅かに修飾された生物検定法により検定した．

（2），妊娠20日の山羊の血清中の Relaxin 濃度は略 1GPU であつた．その後，増加して3ヶ月乃至4ヶ月の間に最高値に達し，それが妊娠の残余の期間，維持せられる．

（3），山羊に於いて分娩後は血清中の Relaxin 濃度が急激に低下した（第1表及び第1図）．

（4），血清 Relaxin の量に関して，栄養の良い山羊と，それの悪い山羊の間に差は無いように思われる．

（5），緬羊の血精の例数は少ないけれども，その Relaxin 濃度は山羊のそれより，やゝ低いように思われる．

（6），血清中の Relaxin の最高量は 1cc. 当り略 3.5 乃至 4.0 GPU の範囲にあり，血清中に於けるその量を示す曲線の plateau の高さに於いて，反芻家畜に於ける種類による著るしい差は無いように思われる．

（7），分娩後の Relaxin の急激な減少は，前報に於いて牛について推定した如く，山羊及び緬羊に於いても，此のホルモンの生成に対し胎盤が重要なる部位であることを示すようである．

（8），他の研究者によりて行われた牛の妊娠及び分娩時の骨盤の変化の計測的観察に基づく推定からして，山羊及び緬羊に於いても Relaxin の効果により，少くとも仙腸関節は弛緩するものと思われる．

本研究を行うにあたり，岡山県津山畜産農場長馬渡武彦氏，蔵知毅氏，同技師竹原宏氏，同沖進氏及び広島県七塚原種畜場長大津俊次郎氏の御援助を戴いた．玆に記して深謝の意を表する．

（本研究の一部は昭和三十年度文部省科学研究助成補助費によつて行つた．当局に深謝する.）

文　　献

1) Abramowitz, A. A., Money, W. L., Zarrow, M. X., Talmage, R. V., Kleinholz, L. H. and Hisaw, F. L. (1944) : Preparation, biological assay and properties of relaxin. Endocrinol., 34, 103—114.

2) Dukes, H. H. (1951) : The physiology of domestic animals. 6 th Ed., 741, Comstock Publishing Company.

3) Emens, C. W. (1950) : Hormone assay. 435 –440, Academic Press Inc., publishers, New York.

4) Frieden, E. H. and Hisaw, F. L. (1953) : Recent progress in hormone research. The biochemistry of relaxin. Proceedings of the Laurentian Hormone Conference, Vol. 8, 333—378.

5) Marder, S. N. and Money, W. L. (1944) : Concentration of relaxin in the blood serum of pregnant and postpartum rabbits. Endocrinol., 34, 115—121.

6) Okawa, T. (1953) : Statistical observation in the changes during the periods of pregnancy and delivery of the Japanese breed of cattle (in Japanese). Chugoku-Shikoku Agr. Research, No. 4 , 68—70.

7) Parkes, A. S. (1952) : Marshall's phisiology of reproduction. Vol. 2, 313. Longmans, Green and Co. Ltd.

8) Wada, H. and Yuhara, M. (1955) : Studies on relaxin in ruminants. (1) Relaxin content of the blood serum of pregnant and postpartum dairy cows (in Japanese). Jap. j. Zootech. Sci., 26 (4), 215—220.

9) Wada, H. and Yuhara, M. (1955) : Studies on relaxin in ruminants. (2) Relaxin content of the blood serum of pregnant and postpartum cows of the Japanese Black breed of cattle (in Japanese). Sci. Rept. Facul. Agr. Okayama Univ., 7, 13—21.

10) Wada, H. and Yuhara, M. (1955) : Studies on relaxin in ruminants. (3) Relaxin content and concentration of arginine in the blood serum of cow (in Japanese). Sci. Rept. Facul. Agr. Okayama Univ., 7 , 22—30.

11) Zarrow, M. X. (1947) : Relaxin content of blood, urine and other tissues of pregnant and postpartum guinea pigs. Proc. Soc. Exper. Biol. and Med., 66, 488—491.

反芻家畜の Relaxin に関する研究

(5). 妊娠及び分娩後の牛の尿中の Relaxin

和田　宏・湯原正高

Studies on Relaxin in Ruminantss

(5) Relaxin in the urine of the pregnant and postpartum cows.

Hiroshi WADA , Masataka YUHARA

Summary

(1) These experiments were carried out to know whether relaxin is present in the urine of the cow.

(2) Twenty-one samples of urine at different stages of pregnancy and six samples of urine after parturition were used for this experiments. These samples were obtained from eleven cows (nine Holstain cows and two Japanese Black breed cows) early in the morning.

After filtration they were concentrated by the manner of Alexander and Money (1946) and the samples of the concentrated urine were suspended in the normal saline so that each one cc. of suspension is equivalent to twenty cc. of the original urine.

(3) To the back of the estrogen primed, ovariectomized guinea pig, one cc. of the suspension was inejcted. Relaxin assay was conducted by the method of Abramowitz et al. which was modified slightly by the present writers as mentioned in the previous reports.

(4) Relaxin amounts per twenty cc. of the urine are shown in table 1 and hours during which pubic symphysis of the guinea pig remained relaxed after a single injection of the urine are shown in table 2.

(5) As relaxation of pubis symphysis was not recognized in the test with some samples of suspension which were heated one hour at 100°C. and were incubated two hours at 37°C. with trypsin preparation, it is concluded that the active substance in the urin is relaxin.

(6) The data obtained in these experiments prove that relaxin is excreted in the urin of the pregnant cow.

But its amount is small and no distinct increase in amount per twenty cc. of urine was observed with the progress of gestation thought it seemed to be slightly larger in the later stage of pregnancy than in the early stage.

筆者等は，これまでの報告に於いて妊娠中のウシ，ヤギ，ヒツジなどの反芻家畜の血清中にRelaxin が含まれていることを報じ，妊娠期間とその消長の関係を示した．此の物質が他の物質やホルモンなどと同様に尿中に排泄せられいてることが考えられているので，これを明らかにし且つその消長と妊娠の時期の関係を明らかにする目的をもつて此の研究を行つた．妊牛の尿中に

排泄せられる Relaxin について大略の見当がついたので，その成績について報告する.

実験材料及び方法

供試乳は本学附属農場に於いて繋養中の牛で妊娠中のホルスタイン種並に和牛及び岡山県内の [illegible] り。6頭は分娩直後から分娩後11日までのものであった.

供試乳はカヤーキャ等を用いることなく，牛体の乳房を清潔なビーカーにて採取し，直ちに濾過した.

筆者等が，これまで行った牛の血清中のRelaxinの量から推定して，恥骨結合法によるRelaxinの検定には，かなり多量の乳汁が必要であり [illegible] が考えられるので，これを Alexander and Money (1946) の方法に従って濃縮分離した. 即ち濾過した乳を透析袋に入れて攪拌しながら，冷い流水中で12時間，透析し，次いで蒸溜水中で3時間，攪拌透析した. [illegible] 分離によって此の沈澱を集めた. これを室温で送風乾燥してアセトンを除いた後，全容が 12cc. となる [illegible]

以上の如くして原乳を 1/20 に濃縮分離し，此の濃縮乳浮遊液の Relaxin の力価を検定した. Relaxin の検定は筆者等が，これまでの報告で述べた如く Abramowitz et al. [illegible] の方法を僅かに修飾した方法によって行った.

従って使用モルモットの管理や estradiol monobenzoate での処理，そのほか単位の計算などは，これまでに述べた通りである. また estradiol monobenzoate としては帝国臓器株式会社の Ovahormon Benzoate [illegible] estradiol [illegible] 剔モルモットの背部皮下に前述の濃縮乳浮遊液を夫々 1cc. 宛注射した.

なほ，筆者等が検定したものが果して Relaxin なるや否やを確かめる為に，同じ乳試料の数例につき Relaxin の [illegible] Relaxin の [illegible] と同じ乳試料の濃縮浮遊液をつくり，100°C., 1時間の加熱による [illegible] る破壊を行った後，[illegible] Relaxin の検 [illegible] 式会社の Trypsin を用い，この 20,000H.U.M (Haemoglobin Unit of Mochada) を濃縮乳浮遊液 12cc. に入れて 37°C. で2時間作用させた。

実験成績及び考察

[illegible] Relaxin の濃度を測定した. その成績は第1表に示した. [illegible] Relaxin の量は [illegible] cc. 当り [illegible] GPU の範囲内にあった. [illegible] Relaxin の濃度は血清の場合に於けると同様に急に低下する. [illegible] Relaxin 濃度を [illegible] に保たれることを明に確認した. その [illegible] Relaxin の量は [illegible] の後 1/8 [illegible] Relaxin の [illegible] した.

Table 1.　Relaxin content per twenty cc. of the pregnant and postpartum cow.

	Name of cow	No. of urine	Stage of gestation, in days	No. of guinea pigs used	No. of animals showing positive response	Percentile response	Relaxin amount GPU/cc.
During pregnancy	Masao	1	41	10	2	22	0.36
	Haru	2	54	11	1	9	0.21
	Car.	3	87	10	3	30	0.50
	Ken.	4	93	9	2	22	0.39
	Maru.	5	98	10	2	20	0.36
	Maru.	6	134	9	2	22	0.39
	Marth.	7	156	9	3	33	0.53
	Marth.	8	184	10	3	30	0.50
	Kald.	9	208	10	2	20	0.36
	Marth.	10	219	9	3	33	0.53
	Sani.	11	237	12	4	33	0.53
	Kamo.	12	238	8	4	50	0.73
	Hatch.	13	241	10	3	30	0.50
	Marth.	14	245	9	3	33	0.53
	Maru.	15	245	5	2	40	0.62
	Sani.	16	260	9	4	44	0.67
	Jer.	17	264	10	4	40	0.62
	Marth.	18	273	9	3	33	0.53
	Marth.	19	280	8	4	50	0.73
	Kamo.	20	281	10	4	40	0.62
	Hann.	21	285	12	2	20	0.31
After parturition	Jer.	22	1	9	0	0	0
	Hann.	23	1	10	2	20	0.36
	Marth.	24	5	8	1	12	0.26
	Kald.	25	8	11	1	9	0.21
	Jer.	26	9	10	1	10	0.22
	Hann.	27	11	9	1	11	0.23

Zarrow によると妊婦の血清中の Relaxin の最高濃度は 2GPU/cc. であり，Alexander and Mooney (1946) によると妊婦尿に於ける1日間の排泄 Relaxin の最高量は 50GPU である．仮りに1日の尿量を 1,500cc. とすると，尿中に於ける Relaxin の最高濃度は 0.6GPU/20cc. となることになる．筆者等の行った実験に於ける牛の妊娠後期の尿中の Relaxin の濃度の平均は略 0.6GPU/20cc. である．従って此の計算にあてはめてみると，妊婦の尿中の Relaxin 濃度と牛のそれが偶然にも一致した．

次に，steroid ホルモンが尿中に排泄されていることは既によく知られた事実であり，一方 estrogen の家兎恥骨結合に対し高度の影響を，かなり敏感に示すことが Talmage, R. V. and Garrett, F. A. (1951) により示されている．従って筆者等が生物検定法により検出した Relaxin が果して Relaxin なるや否やを確かめる目的で非特異的反応を更に確実化するために以下の実験を行った．即ち蛋白質分解酵素 Trypsin で処理し，またあるものは 100°c., 1時間の加

Table 2. Hours during which pubic symphysis of guinea pig remained relaxed after a single injection of the urine of the cow.

No. of urine	Does of uric relaxin injected GPU	No. of guinea pig used	Hours after injection									
			6 hrs.		12 hrs.		24 hrs.		36 hrs.		48 hrs.	
			No. of animals showing positive response	percentile response %	No. of animals showing positive response	percentile response %	No. of animals showing positive response	percentile response %	No. of animals showing positive response	percentile response %	No. of animals showing positive response	percentile response %
1	0.36	10	2	20	2	20	1	10	0	0		
2	0.21	11	1	9	1	9	0	0				
3	0.50	10	3	30	3	30	2	20	1	10	0	0
4	0.39	9	2	22	1	11	0	0				
5	0.36	10	2	20	2	20	1	10	0	0		
6	0.39	9	2	22	1	11	0	0				
7	0.53	9	3	33	3	33	2	22	—	—	1	10
8	0.50	10	3	30	1	10	0	0				
9	0.36	10	2	20	1	10	1	10	0	0		
10	0.53	9	3	33	2	22	1	11	0	0		
11	0.53	12	4	33	3	33	1	8	0	0		
12	0.73	8	4	50	3	37	3	37	2	25	1	12
13	0.50	10	3	30	2	20	0	0				
14	0.53	9	3	33	3	33	1	11	0	0		
15	0.62	5	2	40	2	40	0	0				
16	0.67	9	4	44	3	33	1	11	—	—	0	0
17	0.62	10	4	40	3	30	1	10	1	10	0	0
18	0.53	9	3	33	2	22	1	11	—	—	0	0
19	0.73	8	4	50	4	50	3	37	—	—	0	0
20	0.62	10	4	40	3	30	3	30	—	—	0	0
21	0.31	12	2	16	1	8	0	0				
22	0	9	0	0								
23	0.36	10	2	20	1	10	0	0				
24	0.26	8	1	12	1	12	0	0				
25	0.21	9	1	11	1	11	1	11	0	0		
26	0.22	10	1	10	1	10	0	0				
27	0.23	9	1	11	1	11	0	0				

熱により骨盤弛緩作用が低減するか否やを試験した．例数は少ないがそれらの成績は第3表に掲げた．このように，100°c., 1時間の加熱により，または Trypsin 処理により弛緩効果は殆んど認められなくなつた．Trypsin 処理または 100°c. の加熱により影響を受けることが証明せられたので，尿中にあつた弛緩作用物質は明らかに Steroid 系の物質ではなく，すくなくとも蛋白質系のもので，おそらく，これまで Relaxin が認められているように polypeptide 様物質と思われる．血清中の Relaxin と全く同一の物質であるかどうか判らないけれども尿中の活性物質は Relaxin と考えられる．

以上，要するに妊娠中の牛の尿中に極く少量ではあるが Relaxin が排泄せられている．その早朝尿に於ける濃度は妊娠後期にやゝ高いように思われる．

Table 3. Destructive effects of heating and trypsin preparation on the activity of urine relaxin.

No. of urine	Treament	Stage of gestation, in days	No. of guinea pigs	No. of Animals showing positive response	Relaxin units of urine GPU/cc.
12	None	238	8	4	0.73
	Heating, 100°C., 1 hr.	238	8	0	0
	Trypsin, 37°C., 2 hrs.*	238	8	0	0
13	None	241	10	3	0.5
	Heating, 100°C., 1 hr.	241	9	0	0
15	None	260	9	4	0.67
	Heating, 100°C., 1 hr.	260	10	0	0
	Trypsin, 37°C., 2 hrs.*	260	9	0	0
19	None	281	10	4	0.62
	Heating, 100°C., 1 hr.	281	8	0	0
	Trypssin, 37°C., 2 hrs.*	281	8	0	0

* The trypsin is the lyophylized crystalline preparation of the Mochida Pharmaceutical Mfg. Co., Ltd. The Tripsin preparation with an activity of 20,000 H.U.M. (Haemoglobin Unit of Mochida) was added to 12cc. of the concentrated urine suspension which is equivalent to 240 cc. of the original urine and this suspension was incubated at 37°C., 2hours.

筆者等が行つた Alexander and Money の濃縮方法は Relaxin の損失の最も少ない濃縮方法であると云われているけれども，なおその過程に於いて平均略，10 %の Relaxin の損失があると云われている．また尿中の Relaxin が排尿後，濃縮までに何等かの原因により多少の損失はあるかも知れない．例えば筆者等が他の目的にて Gross, Flud u. Michaelis の方法により 68 例の牛の尿につき，その Trypsin 力価を測定した．それによると Tr $\frac{38°}{60'}$ = 1 のものが6例，Tr $\frac{38°}{60'}$ = 2 のものが25例あつたが37例に於いては Tr $\frac{38°}{60'}$ = 4 であつた．このように牛の尿中に活性 Trypsin が存在しているので，尿中の Relaxinが 条件によりては Trypsin 等の作用により破壊される可能性と機会があるものと考えられる．よつて Relaxin の実際の排泄量は検定値よりも，やゝ多いいかも知れない．Marder, S.N. and Money, W.L. (1944) は家兎の尿中に排泄せられる Relaxin の量が妊娠の経過と共に増加することを報告している．

牛に於いても尿量は飲水量や其の他の飼養管理の状態により異ることは当然であり，従つてその中の Relaxin の濃度にも相当の変動があることが推定される．また検定方法の関係上，も少し多量の尿試料を注射すれば妊娠時期と Relaxin 濃度の関係は，より明らかになつたかも知れない．以上の如く本実験に於いて，妊娠時期との関係は充分に明らかではなかつたが，兎も角，妊娠牛の尿中に Relaxin が排泄されていることを確認した．

摘　　要

1)，妊牛の尿に Relaxin が排泄せられているかどうかを知る為に此の実験を行つた．

2)，妊娠各時期の尿20例及び分娩後の尿6例が此の実験に用いられた．これらの尿は11頭の牛（ホルスタイン種9頭及び黒毛和種2頭）から早朝に採取された．これらの尿を濾過後，Alexander & Money (1946) の方法に従つて濃縮し，もとの尿の容量の 1/20 の容量になるよう

に生理的食塩水に浮遊させた．

3)，此の濃縮尿浮遊液 1 cc. を estrogen 処理した卵剔モルモットの背部皮下に注射し，Abramowitz et al. の方法に従つて Relaxin の検定を行 つた．

4)，尿 20cc. 当りの Relaxin の量は第1表に示し，またモルモットの骨盤の弛緩の持続時間は第2表に示した

5)，これらの尿試料の数例につき 37°C.，2時間の Trypsin 処理及び 100°C.，1時間の加熱処理を行つたところ恥骨縫合弛緩作用は失われたので尿中の活性物質を Relaxin と認めた．

6)，妊娠牛の尿中に Relaxin が排泄せられていることが判つた．但しその量は僅かであり，妊娠後期は妊娠前期よりも，やゝ多いように思われるが，尿 20cc. 中の Relaxin の量の妊娠に進行に伴ふ明らかな増加は観察されなかつた．

本研究あたり，Trypsin の供与を戴いた持田製薬株式会社学術課長相沢登氏に深く感謝の意を表する．（本研究の一部は昭和30年度．文部省科学研究助成補助金によつて行つた）

文　　　献

1) Abramowitz, A. A., Money, W. L., Zarrow, M. X., Talmage, R. V., Kleinholz, L. H. and Hisaw, F. L. (1944) : Preparation, biological assay and proparties of relaxin. Endocrinnol., 34, 103-114.

2) Alexander, A. and Money. W. L. (1946): Method for concentration of relaxin from blood serum and urine. Endocrinol., 38, 56-57.

3) Dukes, H. H. (1951) : The physiology of domestic animals. 6th. Ed., 741, Comstock Publishing Company

4) Emmens, C. W. (1950) : Hormone assay. 435-440, Academic Press Inc,, Publishers, New York

5) Frieden, E. H. And Hisaw, F. L. (1950) : The purification of relaxin. Arch. Biochem., Vol. 29, 166-178.

6) Frieden, E. H. (1953) : The effects of cystine and other reducing agents upon relaxin. Biochemistry, 30, 138-143.

7) Frieden, E. H. and Hisaw, F. L. (1953) : Recent progress in hormone research. The biochemistly of relaxin. Proceedings of the Laurentian Hormone Conference, Vol. 8, 333-378.

8) Hisaw, F. L., Zarrow, M. X., Money, W. L., Talmage, R. V. N. and Abramowitz, A. A. (1954) : Importance of the female reproductive tract in the formation of the relaxin. Endocrinol., 34, 122-134.

9) Marder, S. N. and Money, W. L. (1944) : Concentration of relaxin in the blood serum of pregnant and postpartum rabbits. Endclinol., 34, 115-121.

10) Wada, H. and M. Yuhara (1955) : Studies on relaxin in ruminants. (1) Relaxin content of the blood serum of pregnant and postpartum dairy cows. (in Japanese) Jap. J. Zootech. Sci., 26, 215-220,

11) Wada, H. and M. Yuhara (1955) : Studies on relaxin in ruminants. (2) Relaxin content of the blood serum of pregnant and postpartum cows of the Japanese Black breed of cattle. (in Japanese) Sci. Rept. Facul. Agr. Okayama Univ., No. 7, 13-21.

12) Wada, H. and M. Yuhara (1955) : Studies on relaxin in ruminants. (3) Relaxin content and concentration of arginine in the blood serum of cow. (in Japanese) Sci. Rept. Facul. Agr. Okayama Univ., No. 7, 22-30.

13) Wada, H. and M. Yuhara (1956) : Studies on relaxin in ruminants. (4) Concentration of relaxin in the blood serum of pregnant and pospartum goats and ewes. (in Japanese) Sci. Rept. Facul Agr. Okayama Univ., No. 8, 31—36

葱頭の採種に関する研究

第1報 開花について

第2報 雌蕊の花柱の伸長及び授精力保有期間について

益田忠雄・林 清史

Stadies on the seed raising of onion

1) On the flower period and the flowering behavior

2) On the length of styles and receptive period of pistils

Tadao MASUDA and Kiyoshi HAYASHI

The seed production of onion is the most unstable seed raising industry in Japan.

For example, in Taisha district (Shimane prefecture) the seeds of onion were produced successfully in 1946 and 1949, and seed productions were fairly good in 1947 and 1953, but in 1950, 1951, 1952, and 1954 the productions were unsuccessful.

From the results of many previous investigations, it is said that the factors responsible for the failure of seed production of onion are as follows :

1) Damage by the onion thrips (Thrips Tabasi Lind.).

2) Effect of bad weather (especially, heavy rainfall and high humidity), in the flowering period, which is harmfull to pollination directly or indirectly.

3) Injury of downy mildew (Peronospora Schneideni Ungl.).

4) Shortage of sunshine during the ripening period in June to July.

And it seemed that these factors not only affect seperately the seed production, but also they are related to one another. But no final conclusion was arrived at yet.

Therefore, the following experiments were carried out to explain the important causes of unstableness of onion seed production in South Japan.

(1) On the flower period and the flowering behavior of the onion.

This observation was carried out to know the flower period and the flowering behavior of onion in Okayama in 1952.

The results obtaind were summarized as follows :

1) The opening of onion flowers began on the 31th May and ended on the 28th June, and therefore, the duration of flowering period was 29 days.

2) In the duration of 15 days from the 8th to the 22th of June, the number of open flowers corresponds to 84.9% of the total number in the season.

3) The number of open flowers per day was influenced by the number of hours with sunshine on the day of, or the day before flowering.

4) The maximum number of florets per umbel which opened during flowering period was 842 and the average number, 291.

5) The greater the number of open flowers per umbel, the longer was the flowering duration.

（2）On the length of styles and receptive period of pistils.

The experiments were carried out to observe the elongation of onion styles and the receptive period of individual flowers after opening.

1）The styles of onion flowers gradually elongate with ripening.

2）The majority of the styles seemed to reach 4 m.m. or more after all 6 anthers dehisced. For example, when the numbers of dehiscence were 6, 5, 4, and 3 or below the percentages of styles with length of 4 m.m. or more were 31.4, 4.2, 3.9, and 0.0 respectively.

3）The style is morphologically perfected, therefore, not on the opening day, but perhaps on the second day or after.

4）In this experiment, the receptivity of onion flowers appears on the second day after opening and ceases entirely after they have been open 5 days.

5） It should be pointed out that the morphological and functional development of the pistil does not complete on the day of opening.

緒　　言

我国に於ける葱頭の採種は，蔬菜採種の中で不安定なものの一つであつて，そのために葱頭の採種は投機的であるとさえいわれている．加えて，種子の寿命が非常に短命である事とも関連して，種子価格の変動は激しい．昨年度の如き凶作の年には，種子を米国より輸入して価格の安定を見たが，米国産種子には，早期抽苔等の栽培上の問題があつた様に見受けられた．

島根農試の大社地区に於ける葱頭採種の豊凶についての調査を見ると，1946 年及び 1949 年が豊作，1947 年及び 1953 年は普通，1950 年，1951 年，1952 年及び 1954 年は不作となつて，豊凶は相半ばしている．

葱頭採種を不安定にしていると考えられる原因は，諸氏の調査研究から大体次の 4 項目に要約されると考えられる．

1） Thrips の被害——採種地区が相当年数を経ると被害が増大するので，産地はこの為に移動するとさえ云われる．

2） 開花期に於ける降雨及び多湿によつて授粉が害される——玉葱の開花期は梅雨期に当るので，花粉への直接影響及び訪花昆虫の減少による授粉及び授精への間接影響がある．

3） ベト病の被害——近年ベト病の発生は著るしく増大して来たが，特に採種に於ける被害は甚大である．

4） 成熟期に於ける降雨，日照不足——葱頭の種子は 7 月より成熟期に入るが，7 月上中旬の梅雨後期の悪天候が採種の豊凶を支配するという．

以上 4 の原因が各々組合され，或は単独で葱頭採種地区の生産を不安定にしていると考えられているが，しかし現在のところ，決定的な原因或はこれらの相互関係については明らかでない．

岡山県では，葱頭の採種は全くおこなわれていないが，隣県では産業として成立している地帯が相当数多く存在している．したがつて，本県の葱頭の開花乃至採種に至るまでの経過を観察調査し，これを立地条件との関連において検討することは，葱頭採種の不安定の原因を解明する手段になるものと考えたので本実験を行つた．

なお，実験 I は1952年に，II は1955年に行つたものである．

I．開花期及び開花の状態について

〔目的及び方法〕 本実験は岡山県に於ける葱頭の開花期及び開花状態を知るために，本学の圃場に於て栽培せる泉州黄葱頭について行つた．

開花数の調査は毎日午前10時頃に行い，開花したものを摘除して数えた．調査に使つた花球は417個であつた．なお考察の折に使用した気象表は隣接せる岡山測候所のものである．

〔実験結果及び考察〕 開花期及び開花期間については第1図に示す如く，全調査花球に於ける

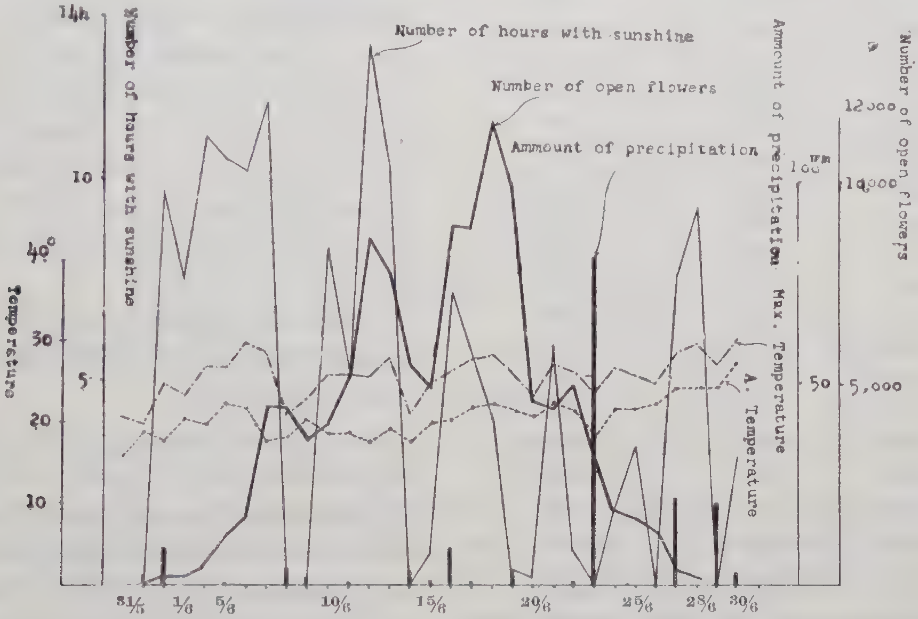


Figure. 1. Effect of weather on the flowering behaviour of Onion (SENSHU-KI)——1952

咲き始めは5月31日で，6月28日に終了し，期間は29日であつたが，開花の後期にはベト病の発生を見た為に被害を受けて未開花に終つた蕾も僅かではあつたが見受けられたので之等が全部開花した場合には，もう少し期間は延びたと考えられるも，実際の採種では問題にはならない．

各花球の咲き始めについては第1表に示す如くであつて，5月31日より始まつて其後増加し，6月6日に61花球と最高を示して，8日は56花球と之に次ぎ，最も晩れて咲き始めたものは6月18日の10花球であつた．又咲き始めの5月31日より6月9日迄の10日間に咲き始めた花球数は300花球で全体の71.9％であり，此の300花球の開花数は全開花総数の82.2％となつて居る．

此の花球の開花始めの早晩については，之が遺伝的な性質であるか，或は栽培環境によつて動かされるかについては，実験を行つて居らないので今此処で推察するのは早きに失するかとも考えるが，恐らく両方に原因があるものと思う．採種上では現在の所，早期開花が有利であると云われて居るが，早期開花が遺伝的特性であるとすれば，此の特性を系統分離する事によつて，採種の安定を計ることが可能である．又栽培環境によつての影響は，開花期に地域的な差異があり，又温室に入れたものが早く咲き始める事より，開花前の気象，殊に温度が重要なる影響を与えて居ると考えられる．従つて抽苔，花芽の分化期，分蘖期とも又密接なる関係があると推察さ

Table 1
Total number of open florets Per umbel in relation to the flowering date

Flowering date	Number of umbels	Average number of florets Per umbel
5.31	9	509
6. 1	9	453
6. 2	14	459
6. 3	13	493
6. 4	35	390
6. 5	39	389
6. 6	61	288
6. 7	38	251
6. 8	56	260
6. 9	26	164
6.10	27	234
6.11	22	189
6.12	0	0
6.13	0	0
6.14	36	159
6.15	6	261
6.16	1	209
6.17	15	90
6.18	10	143
Total	417	4941

れる．

1花球に於ける開花期間は第2図に示す如くであつて，最も長くかゝつて開花を完了したものは28日間で，其の開花数は557花であつた．最も多く咲いた花球の842花と次の803花の所要日数は19日間，784花，778花では22日間となつて居り，14～21日間の開花期間をもつて居るものが多かつた．又1花球で開花数の最も多かつたのは，6月7日に咲き始めた花球の842花，次いで6月4日の803花で，全花球平均は291花であつた．なお1花球で1日に最も多く咲いた場合は6月18日の107花で，次いで17日の104花，18日の98花となつて居る．

1花球に於ける開花数と開花期間との関係を第3図に表して見たが，開花数の多い花球程開花期間は長い．

次いで花球の咲き始めと，開花数の間に関係があるのではないかと考えられたので，統計を取つて見たのが第1表であるが，5月31日に咲き始めた花球は平均509花，6月18日に咲き始めた花球では平均143花となつて，明らかに早く咲き始めた花球程開花数の多い事を示して居る．

葱頭の採種に於て，1花球に多く開花した場合には之にともなつて果して採種量が多いかについては多少の疑問があり，実際には適当に咲いた花球の方が反つて採種量が多いのではないかとも考えられるが，調査をして見ないと分らない．然しながら晩く咲き始めた花球は非常に開花数が少く，又熟期が晩くなつて高温期に入ることや，後作の点迄も考えると，早く咲き始めた花球の方が有利である．

全調査417花球による開花日変化は，第1図の如く，5月31日に始まつて，6月7日頃より増加を始めて，6月19日に最高を示し，其の後減少して6月28日に終了して居るが，最も多く

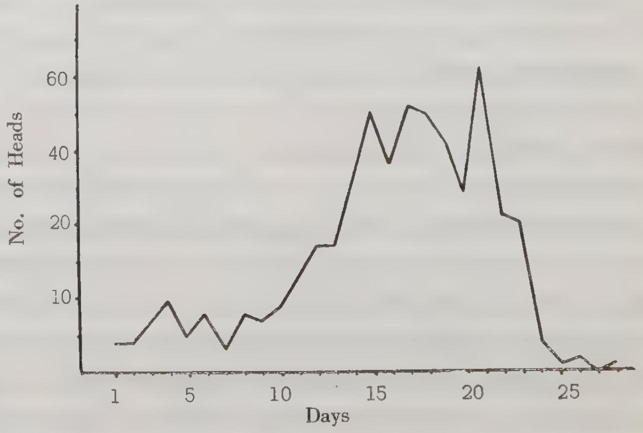


Fig. 2.　Flowering period of the umbels of onion.

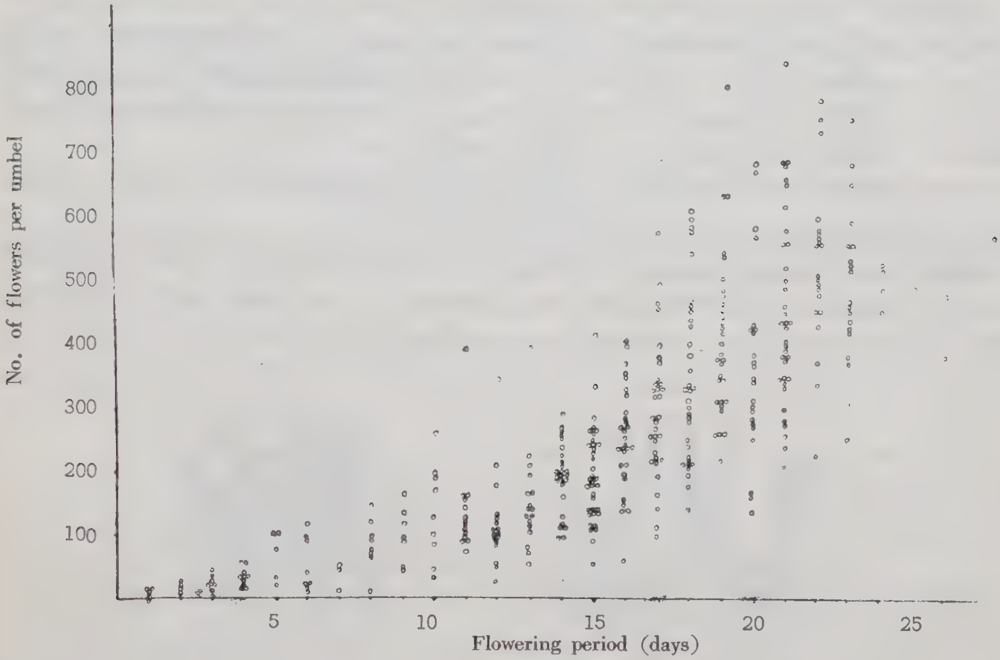


Fig. 3. Relationship between number of florets and flowering periods of umbels.

咲いたのは6月中旬で，6月8日より6月22日迄の15日間では全開花数の81.9%を占めて居る．

開花期間中に異常な開花数の減少を示す3つの谷を作つて居るが，之を開花当時の気象と関連せしめて見ると，日照量と強い関係を示して居る．即ち開花数の減少した前日及び当日の日照量は皆無に近いか，それに近い状態である．この事は日照量の減少が同化物質の不足となり為に蕾の充実を晩らせて開花に影響を与えたものか，或はチューリツプの開花習性の如くに，明るさによつて影響を受けたものかは分らない．

摘　　要

1)　葱頭の開花は5月31日に始まつて6月28日に終り，従つて開花期間は29日間であつた．

2)　その中で開花数の多かつたのは，6月8日から22日の15日間で全開花数の84.9%であつた．

3)　開花は開花前日及び開花当日の日照量によつて影響されるもの丶如くである．

4)　1花球に於て最も多く咲いた花数は842で平均は291であつた．

5)　1花球当りの開花数の多いものは，開花始めも早く，開花期間も長い．

Ⅱ．雌蕊の花柱の伸長及び授精力の保有期間について

〔実験材料並に方法〕 品種は泉州黄を用い，一般の栽培方式により栽培した．花柱の伸長についての採取時刻別測定では，前日の夕に開花の終つた花は全部取除き，開葯数による花の熟度と花柱長の実験では，圃場の材料の中から葯が花粉を有している花のみを，いずれも random に採取した．長さの測定は Micrometer によつた．

授精力保有期間の測定は，柱頭に侵入した花粉管の有無によつて決定した．この場合，未熟な蕾及び開花乃至開花済の花は全部除去し翌日咲くと思われるものゝみを除雄し袋掛をした．授粉はそれぞれの日数にしたがつて，ピンセットで丁寧に柱頭に花粉の附着を確認する迄充分に行つた．採取した材料はアルコール中に貯蔵し適宜取出して， Cotton blue の酪酸溶液で染色し検鏡観察した．授粉は午前10時頃行ない，材料は6時間後に採取した．

尚実験は花柱長の伸長の採取時期別のものは6月13日に，開葯数のものは5月17日に，柱頭の授精能力の測定は6月13日より23日に於て行つた．

〔実験結果並に考察〕 葱頭の花は，第1図に示す如く，開花始めは花柱が短かく，開花後時間の経過と共に伸長し，雄蕊の葯の位置或はその上部に到達する．更に詳細に観察すると柱頭も，成熟するに従つて円味を帯びて，柱頭以下の部分と明確に区別出来る様になる．

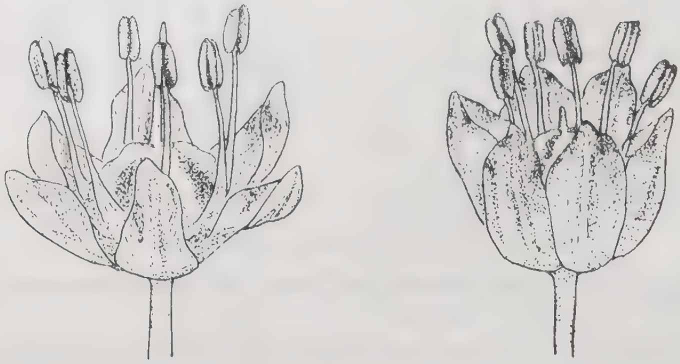


Fig. 1. Flowering florets.

Right—Immature stage ; Anthers dehisced soon after this stage.

Left—Mature stage ; All anthers dehisced and the pistil is gord for pollination.

Table 1 Relationship between the length of styles and the sampling time.

Length of styles in m.m.	Number of styles — Sampling time									
	9.30	10.30	11.30	12.30	13.30	14.30	15.30	16.30	17.30	7.30*
−2.0	47	15	12	13	22	26	13	15	9	3
−3.0	44	74	74	78	65	65	73	64	65	27
−4.0	7	10	13	6	11	8	11	10	15	15
−5.0	2	1	1	1	2	1	3	11	11	12
−6.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7
Total	100	100	100	100	100	100	100	100	100	64
Average length in m.m.	2.30	2.46	2.55	2.51	2.42	2.34	2.55	2.62	2.77	3.32

* The day after opening.

最初に採取時刻別の花柱長を測定したが，結果は第1表に示した通りである．これを見ると，翌日の午前7時30分迄の間に，平均長は徐々に増加しているが，各測定値間には統計的に有意差は計算し得ない．又開葯数と花柱長の関係については第2表に示している．この結果によると，開葯数の多いもの程花柱長は増加しているが，しかし，これも採取時期別の花柱長と同様に，各

Table 2 Relationship between the length of styles and the ripening degrees of individual flowers.

Length of styles in m.m.	Ripening degrees of flowers as shown by the number of dehisced anthers.													
	6		5		4		3		2		1		0	
	nos.	%	nos.	%	nos.	%	nos.	%	nos.	%	nos.	%	nos.	%
−2.0	0	0.0	0	0.0	2	3.9	10	18.2	10	41.6	10	55.6	10	30.3
−3.0	10	14.3	40	83.3	38	74.5	43	78.2	13	54.2	8	44.4	23	69.7
−4.0	38	54.3	6	12.5	9	17.6	2	3.6	1	4.2	0	0.0	0	0.0
−5.0	18	25.7	2	4.2	2	3.9	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
−6.0	4	5.7	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
Total	70	100	48	100	51	100	55	100	24	100	18	100	33	100
Average length in m.m.	3.89		2.86		2.71		2.34		2.27		2.12		2.20	

平均値間に統計的有意差は計算出来なかつた．このことは，各測定値が非常に分散しているためであつて，各個の花の成熟過程と花柱の伸長が並行していないことを示す．たゞ時間的の経過乃至は成熟段階の進むにつれて，長い花柱が増加するということは云い得る．例えば，採取時刻別調査のものでは，花柱長4mm以上のものの比率は，開花当日午前9時30分·午後3時30分迄のものでは，2～3%であるが，午後4時30分及び午後5時30分では，11%で，翌日の午前7時30分では29.6%になつている．又開葯している葯の数による成熟度との関係では，未開葯及び1開葯

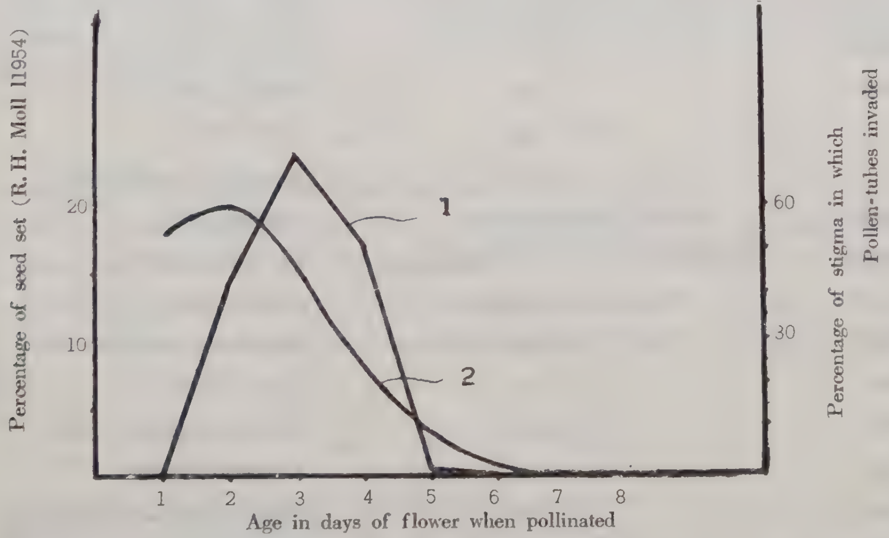


Fig. 2. Relationship betweer fertilization and age of individual onion flowers.
1 Stigma　　2 Seed Set

のものは，花柱長がすべて3mm以下，2～3開葯のものでは4mm以下，4及び5開葯のものではすべて5mm以下（4mm以上は3.9%及び4.2%），6個全部開葯したものは，5mm以上のものがあり（5.7%）4mm以上のものは31.4%に及んでいる．したがつて，開花後花柱の伸長することは，前述の如く間違ないとしても，各花の花柱が各々同じ速度で伸長しないで，或ものは早く最大長に達し，或ものは遅く最大長に達する様に考えられる．

しかし，このことは，葱頭の花柱の伸長が，如何なる増加曲線を画いて行われるかということ，そして，又その増加曲線が個々の花により，或は環境条件によつて影響されるか否かということを，更に調査して見る必要がある．

次に雌蘂の授精能力保有期間は第2図に示す如くである．尚これには，R. H. Moll（1954）の雄蘂不稔の葱頭についての実験結果も参考として記入している．これを見ると，本実験では開花当日は全く雌蘂の授精能力はないが，2日目では相当に授精能力があり，3日目には最高数値を

Table 3 Receptivities of pistil of various crops.

Kind of crops	Receptive durations	Investigator
Sunflower	16 days	Arnoldova (1926)
Tobacco	5 days	Kawamura (1941)
〃	7 days	Hagiya (1944)
barley	6 days	Harlan (1920)
Wheat	7 days	Florell (1934)
Sorghum	8—16 days	Stepens & Quinby (1934)
Rice	3 days	Noguchi & Hamada (1938) Nagao & Takano (1938)
〃	7 days	Ramaswamy (1933)
Cotton	36 hours after anthers dehisced	Kearney (1923)
Egg plant	6 days	Tatebe (1938)
Onion	9 days	Tuchiya (1928)
〃	6—7 days	Moll (1954)
〃	5 days	Masuda & Hayashi (1955)
Squash	until the petals deteriorate	Bushnell (1920)
Pumpkin	The day of, to the Second day after flowering	Ito &Nakai (1929)
Water melon	The day of flowering	Kanda (1942)
Olive	11 days	Shimamura (1953)
Plum	7 days	Dorsey (1919)
Pecan	8—24 days	Smith & Romberg (1940)
Orange	6—8 days	Klimenko (1936)
Tung	8—9 days	Brown & Fischer (1936)
Petunia	4 days	Yasuda (1942)

示し，4日目には減少するが2日目より多く，5日目には急激に低下した.

開花後6日目に至ると全く授精能力はなくなつた．たゞし，本実験の授精能力の検定は花粉管の柱頭侵入の有無によつて判定したので，実際に結実した種子数をもつて調査した Moll の数値と同一に考えることは出来ない．更に，除雄後の袋掛の影響，特に温度の影響も考えられるので，自然状態のものとは，幾分異なるものであろうとも考えられる.

花粉管の侵入による方法と竝行して，結実した種子数による実験も行つたが，ベト病の被害が大であつたため，あらためて行いたいと思つている.

各種作物の雌蘂の授精力保有期間は，第3表に各研究者によつて観察された結果を集録したが，この種の研究は多くない.

授精力保有期間は，調査の範囲では数日間というものが多いが，中にはペカンの様に24日という長いものもある．短かいものは瓜科作物で，西瓜のように開花当日のみしかないもの，南瓜の花弁の開いている間或は開花2日目迄というものがあり，又稲も開花後3日間という短かいものである.

葱頭については，土屋（1928）の開花後9日間という長い期間の報告があり，前述の Moll の6日間という成績も報告されていて，環境状態による差が見受けられる.

たゞ，こゝで注目すべき点は，我々の実験では，開花当日には授精能力が見られなかつたことで，この点 Moll の結果とは異つている．この原因については，次の如く考えられる.

即，Moll は除雄後袋掛けをした花の授粉を自然状態において訪花昆虫の媒介をもつて行つており，その結果開花当日以後の授精も考えられ，且又柱頭に附着した花粉が，開花当日に発芽侵入をなし得なくとも，2日目以後に侵入し得たということも考えられる.

葱頭の花柱の伸長が形態的に完成するのは，開花2日目以後であり，葯の位置に迄到達して自然状態に於ける訪花昆虫による授粉に好都合となると共に，花粉の柱頭への附着力も，雌蘂の成熟に伴つて増加すること，又花粉の発芽並に柱頭内侵入も開花2日目という点より考えて，葱頭の花は雄蘂先熟の性質をもつていると思われる.

尚天候状態の授精に及ぼす影響については，ペカンで乾燥した風のある状態の下では，柱頭の表面が乾燥して，開花後24時間において，風のない状態の2週間に相当すると云う報告があり，又 Moll の報告では殆んど影響はないという.

摘　　要

1）葱頭の花柱の伸長竝に雌蘂の授精力保有期間について実験した.

2）葱頭の花柱は開花後徐々に伸長するが，その伸長は変異があり，一定の傾向は見られなかつた．最大の長さに達するのは，開花の翌日以後であつて，又葯が全部開葯してからであつた.

3）雌蘂の授精力は開花2日目より生じ，6日目に終つた.

4）結局，形態的にも，機能的にも葱頭の雌蘂は開花当日には成熟していなくて，雄蘂先熟の性質をもつていた.

参　考　文　献

1）柿崎洋一（1926）茄子の自然交配（続報）遺伝学雑誌 4．39～42

2）熊沢三郎（1934）果菜の授粉操作に関する研究 園学雑 5．102～105

3）建部民雄（1938）茄の授粉に関する研究 園学雑 Vol 9 No. 1 61～68

4) 土屋　勝　葱頭の採種に関する2，3の実験について（1928）園芸の研究 23,47～61

5) 三木泰治（1927）葱頭の採種について 日本園芸雑誌 39～1

6) R.H. Moll (1954) Receptivity of the Individual Cnion Flower and Some Factors Affecting its Duration Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 64,399～404

7) 島村和夫（1953）オリーブの自家不親和性に就いて 園芸学研究集録 6，15～17

8) 安田貞雄（1942）雌蘂の授精力保有期間について 植及動 10.

9) 安田貞雄（1947）生殖生理学 第二版

10) 江口庸雄、青葉高（1938）葱頭の花粉処理が実止りに及ぼす影響に就て（第2報）園芸学会雑誌 9．16～22

11) 角田重資（1955）出雲地方に於ける採種玉葱の豊凶と6，7月の気象との関係について 昭和30年度園芸学会春季大会発表

Counter current 装置による Ensilage 中の揮発性脂肪酸の定量について

堀　　　慧・田　辺　　昭

The quantitative determination of volatile fatty acids in ensilage by counter current distribution apparatus

Satoshi HORI and Akira TANABE

（1） In this experiment, we identified and estimated quantitatively the volatile fatty acids (V. F. As.) in ensilage, by means of paper partition chromatography and counter current distribution method respectively.

（2） One dimensional-ascending method was employed in the paper chromatography, and n-butanol (1% ammonia) saturated with water was used as the mobile phase, and a solution of brom-cresol-green in ethanol as the indicator.

The chromatogram was run at the room temperature.

（3） In counter current distribution, n-butanol saturated with water was used as the mobile phase and water saturated with butanol as the stational phase. Forty nine transfer distributions were done, and eighty agitations every one distribution.

（4） By the methods described above, the V. F. As. in ensilage could accurately be estimated.

（5） The percentages of acetic acid in the ensilages were in the range of 0.7 to 1.3, and approximately constant in the ensilages of different kinds and qualities. But, the worse the quality of ensilage, the more butyric acid was contained.

The ensilages made of red clover contained a little propionic acid, but that made of corn no propionic acid.

I. 緒　　　言

Ensilage は，わが国においては，家畜特に乳牛の冬期間の粗飼料として欠ぐことの出来ないものである．畜産の振興に伴い，その生産利用は将来益々増大するものと思われる．

Ensilage には Lactic acid のほかに，その製造過程中の醱酵産物である Acetic acid, Propionic acid 及び Butyric acid 等の揮発性脂肪酸（以下 V.F.As. と略称する）が含まれている．幸にしてこれらの V.F.As. は反芻獣に容易に吸收され，動物の体 energy として利用される．しかしながら近時わが国においても多くの発生を見ている反芻獣の Ketosis の発病機序が簡明せられた今日では，飼料中の V.F.As. 就中 Butyric acid 含有の多寡如何は家畜の衛生に重大な関連を持つわけである．

さて，V.F.As. をその分配係数の差を利用して，定性と同時に定量することは，すでに多くの人々によつて試みられている．たとえば FRIEDEMANN[2)](1937) は分液漏斗を使つて，水と Ethyl ether を溶媒とし，これに sample を分配させ，その分配係数と全滴定値から含まれてい

る V.F.As. の定性と定量を行い，また，Sato[5] 等 (1947) は Counter current 装置を用い，燐酸 buffer と Isopropyl ether を溶媒として V.F.As. の定量と定性を行つている.

しかしながら，可検材料が Ensilage のように V.F.As. の含有量が少く，かつ含まれている V.F.As. の種類が未知の場合には Friedemann，Sato 等の方法では実験の手続が複雑になる憾がある．そこで，著者等は先ず Paper chromatography により sample 中に含まれている V.F.As. の種類を知つたのち，これを Counter current 装置にかけ，その分配係数と滴定値から V.F.As. を定量すると，よくその目的を達することが出来ることを知つたのでこゝに報告する.

II. 予　備　実　験

1．Paper chromatography における V.F.As. の Rf 値の測定

Hiscox[3] の方法を Burton[1] が改良したものに大体準拠した．すなはち Acetic acid, Propionic acid, Butyric acid 及び Valeric acid の純品をとり，これを Ammonium Salt とし，Ammonia 1%を混じた水飽和 Butanol を溶媒として室温で1次元．上昇法で展開した．濾紙は東洋濾紙 No. 50を，発色には Bromcresol green の1% Ethyl alcohol 溶液を用いた．酸は黄色地に青緑色の Spot として現われる．Table 1のように各酸の Rf 値には相当な差があつたので酸の同定は容易であつた.

Table 1. Rf value of V.F.As.

Acid	Rf-value
Acetic acid	0.11
Propionic acid	0.19
Butyric acid	0.32
Valeric acid	0.47

One dimensional-ascending method.
Temperature　15°C

2．Counter current 装置による既知 V.F.As. の定量

ある物質 M の A，B 2液における分配係数を K とし，いま，A，B 2液を同量に入れた分液漏斗に M の1定量を投じて，これを1回分配させた場合，A を軽い液，B を重い液とすれば，M は A 液中に $\frac{K}{1+K}$，B 液中に $\frac{1}{1+K}$ の割合に分配される．従つて Counter current 装置で n 回の分配を行つた場合は $\left(\frac{K}{1+K}+\frac{1}{1+K}\right)^n=1$ の展開によつて与えられる各項の割合だけ各抽出管に分配されるわけである．これによつてえがかれた曲線が分配の理論曲線である．著者等は 60 本架の Counter current 装置を用い，Butanol を飽和した水及び水を飽和した Butanol を溶媒とし，原則として 49 回の分配を行つた後，標示薬として Methyl red を用い $\frac{N}{100}$ NaOH で滴定して各抽出管の酸度を測定した．こゝに面白くなかつたことは Butanol の存在下で V.F.As. を Alkali で滴定すると滴定値が理論値の 120%±0.5 %に出てくることである．従つて，あとで計算の場合この factor を乗じて補正した.

Fig. 1，2，3 は Acetic acid, Propionic acid 及び Butyric acid の $\frac{N}{10}$ 液 4 cc. を単独で振つた時の成績である.

なお，分配係数 K は純品を分液漏斗で振つて決定出来るが，この方法は温度その他の原因で成績が面白くなかつた．よつて著者等は二項展開の一般項 $T\gamma=\frac{n!}{\gamma!(n-\gamma)!}\cdot\frac{K^\gamma}{(1+K)^n}$ を利用し Counter current 装置で振つて最高値の出る箇所から，式 $\frac{\gamma+1}{n-\gamma}>K>\frac{\gamma}{n-\gamma+1}$ で算出した.

Fig. 1. Forty-nine transfer distribution of acetic acid.

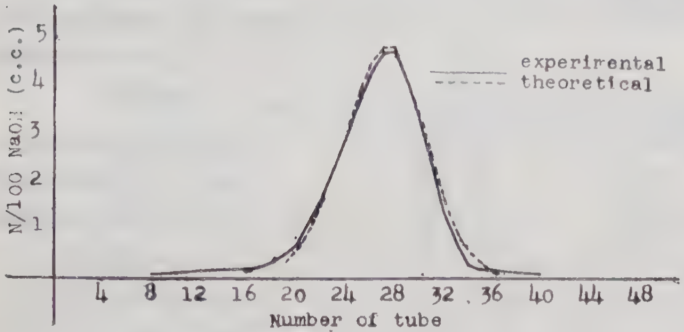


Fig. 2. Forty-nine transfer distribution of propionic acid.

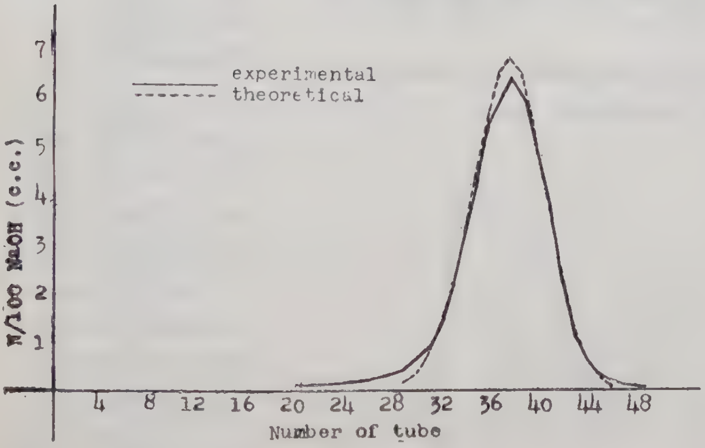
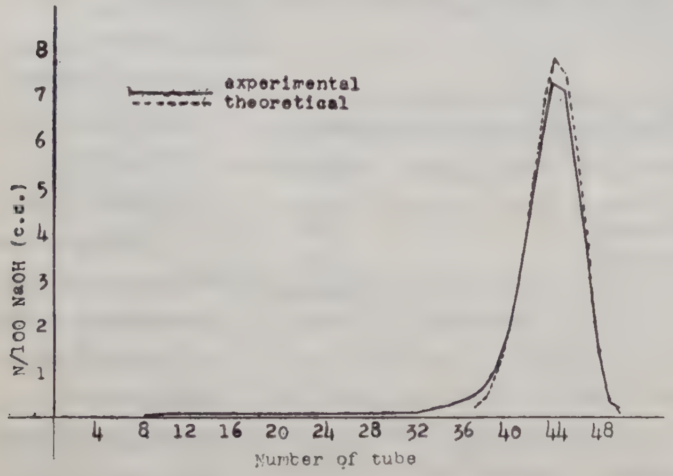


Fig. 3. Forty-nine transfer distribution of butyric acid.



たゞしこの場合 n は分配回数，r は滴定の最高値を出した抽出管の番号である．このようにして算出した V.F.As. の水と Butanol に対する分配係数は 15°C において，Acetic acid 1.2 Propionic acid 3.0 Butyric acid 7.0 であつた．

Fig. 4 は Acetic acid と Butyric acid の混合液を．Fig. 5 は Acetic, Butyric 及び Propionic acid の混合液を展開した時の成績である．

即ち，Acetic acid と Butyric acid の混合物は 49 回の分配で殆ど完全に分れるので滴定値からでも，あるいは最高値を基にした計算からでも各酸の量を容易且つ正確に知ることが出来る．次で混液の V.F.As. が3種類で，しかもその量が等しい時は，49回の分配では分離が充分でなく，近似値の算出は出来るが正確な定量は困難である．しかしながら後で述べるように，Ensilage中の V.F.As. は主として Acetic acid と Butyric acid であり，Propionic acid が含まれているとしても，その量は少なかつたので実際問題として

Fig. 4. Forty-nine transfer distribution of a mixture of acetic and butyric acids.

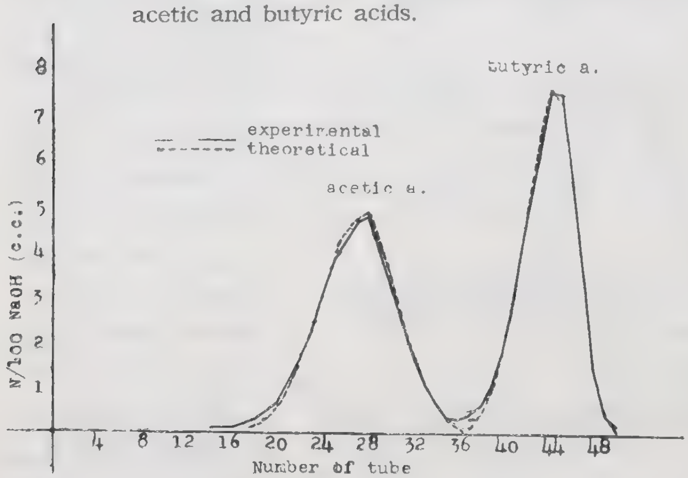


Fig. 5. Forty-nine transfer distributyon of a mixture of acetic, propionic and butyric acids.

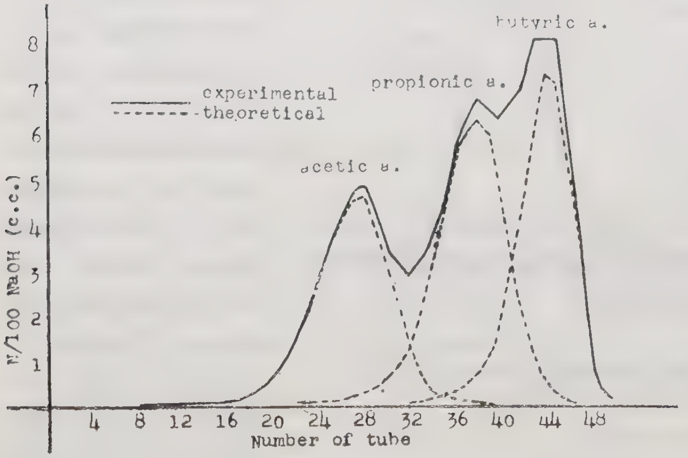


Table 2. The ensilages used in this experiment.

Sample No.	Where the ensilage was made	Raw material	Quality
1	The livestock farm of Okayama	Corn	good
2	The farm of Okayama University	〃	bad
3	〃	〃	excellent
4	Laboratory	Red clover	bad
5	〃	〃	〃
6	〃	〃	〃
7	〃	〃	〃
8	〃	〃	good

は大体ことたりた．

Ⅲ．Ensilage 中の V.F.As. の定性と定量

供試材料は Table 2 の如く，岡山県岡山種畜場，岡山大学農場で製造されたもの及びPERKINS[4]等の法にならい当教室で実験用小型サイロで作つたものである．

1．Ensilage から V.F.As. の抽出

Ensilage 約 35g. を細かくきざみ，30.0g. を正確に蒸溜瓶に移す．次でこれに 10N H_2SO_4 30cc. を加え，法に従つて水蒸気蒸溜を行い，出てくる液を 25cc. づつの fraction として取り，蒸溜液が全く中性になるまで蒸溜を続けた．このようにして溜出された液は，fractionとして 10～12，容量として 250～300cc. であつた．

2．Paper chromatography による V.F.As. の定性

予備実験と同じ術式で，溜液の各 fraction について Paper-chromatoghy を実施した．その成績は Table 3 の如く，Acetic acid 及び Butyric acid は供試

Ensilage のすべてに含まれていたが，Propionic acid はクローバで造つたものには僅かに含まれていたが，玉蜀黍を原料としたものには認められなかつた．また Propionic acid と Butyric acid は 4～6 までの fraction で溜出しつくされ，それ以降の各 fraction の酸は，すべて Acetic acid であることがわかつた．

Table 3.　Result of paper chromatography of steam distillate.

No. of Sample	No. of fraction / Acid	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Acetic	++++	++++	++++	+++	++	[illegible]					
	Prop.	−	−	−	−	−	−					
	Buty.	+	+	±	−	−	−					
2	Acetic	++++	++++	++++	++	++						
	Prop.											
	Buty.	++	++	+	±	−						
3	Acetic	+++	+++	+++	++	++						
	Prop.	−	−	−	−	−						
	Buty.	±	−	−	−	−						
4	Acetic	++++	+++	+++	++	++	+	+	+	+		
	Prop.	++	+	+	+	+	±	−	−	−		
	Buty.	+++	++	++	+	+	±	−	−	−		
5	Acetic	+++	++	++	++	+	+	+	±			
	Prop.	+	+	+	+	−	−	−	−			
	Buty.	++	+	+	+	−	−	−	−			
6	Acetic	+++	++	++	++	++	+	+	+	+		
	Prop.	+	+	+	+	±	−	−	−	−		
	Buty.	++++	+++	+++	+++	+	−	−	−	−		
7	Acetic	+++	++	+	+	+	+	±				
	Prop.	±	−	−	−	−	−	−				
	Buty.	++	+	+	±	±	−	−				
8	Acetic	++++	+++	++	++	+	+	+				
	Prop.	−	−	−	−	−	−	−				
	Buty.	±	+					−				

3．Counter current 装置による V.F.As. の定量

前述のように Ensilage 中の V.F.As. を完全に抽出するには，溜液が 250～300cc. になるまで水蒸気蒸溜を行わねばならないが，こうした場合，溜液の酸濃度は極めて稀薄となつて定量が困難な場合がある．そこで著者等は，Table 3 によつて含まれている酸が Acetic acid だけであることが判明した fraction はただちに $\frac{N}{100}$ NaOH で滴定してその酸度を測り，あとで計算の場合，Counter current 装置で出てきた Acetic acid の量に加えて Ensilage 中の Acetic acid の量とした．

Counter current 装置での定量は次の要領で実施した．即ち，Table 3 で 2 種以上の V.F.As. を含む各 fraction と，念のためその次の fraction の各等量をよく混和し，そのなかから 10cc. を第 1 の抽出管に移し，これに上層液 10cc. を更に加え，2 分間（80回）振盪して分配を行わしめてから静置する．しばらくすると上下層が完全に分離するので，予め下層液 10cc. を入れてある第 2 抽出管に上層液を移し，次で第 1 抽出管に上層液 10cc. を加えてから同様の分配を行つた．（注：上下層は 2～5 分間で完全に分離するが，上層液又は下層液の過不足は分離時間を

遅延させる）分配は原則として49回行つたが，60回行つたものもあつた．

所要の分配が終つたならば，抽出管から上下層液を同時に取り出し，各管毎に $\frac{N}{100}$-NaOH で滴定した．そしてたとえば Fig. 6 のように sample 中に含まれる V. F. As. が2種類であつて，両酸の分離が完全なものは滴定値から，Fig. 7 のように微量の Propionic acid が含まれていて，酸の分離が充分でなかつたものは，式

$$\frac{a}{\frac{n!}{\gamma!(n-\gamma)!},\ \frac{k^{\gamma}}{(1+k)^{n}}}$$

から Acetic acid 及び Butyric acid の量をそれぞれ算出すると共に，全滴定値から前記両酸の量をさし引いた値をもつて Propionic acid の量とした．但し式中 γ は最高の滴定値を示した抽出管番号；a は γ 管で消費した $\frac{N}{100}$-NaOH 量；n は分配回数；K は分配係数である．

以上の様にして定量した結果は Table 4 の如

Fig. 6. Forty-eight transfer distribution of a sample which doesn't contain propionic acid.

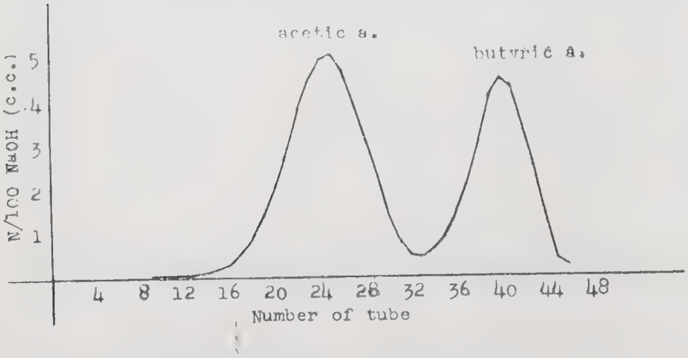


Fig. 7. Fifty-six transfer distribution of the sample which contain a little propionic acid.

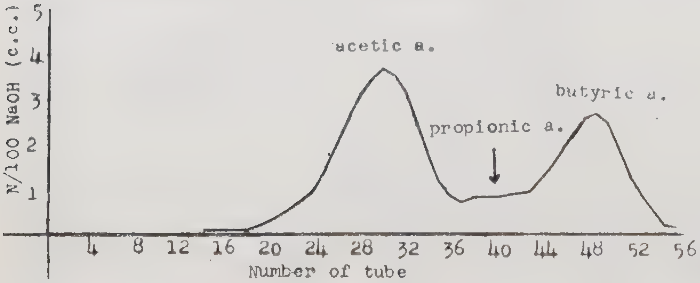


Table 4. The V. F. As. Content in Ensilage.

Acid / Sample No.	Acetic a. (%)	Prop. a. (%)	Buty. a. (%)	Remark	
				Raw material	Quality
1	0.94	0	0.17	Corn	good
2	1.24	0	0.87	〃	bad
3	1.12	0	0.05	〃	excellent
4	1.35	0.26	0.89	Red clover	bad
5	1.30	0.06	0.69	〃	〃
6	0.68	0.13	1.19	〃	〃
7	0.67	0.04	0.85	〃	〃
8	0.81	0	0.07	〃	good

くである．即ち，

（1）Acetic acid の含有量は 0.68～1.35 %の間にあつて，Ensilage 原料の種類或はその品質と含有量の間には関連はなかつた，

（2）Propionic acid はクローバを原料としたものには僅かに含まれていたが，玉蜀黍で造つたものにはなかつた.

（3）Butyric acid の含量は 0.05～1.19 %の間にあつて，Ensilage の品質が悪いもの程その含量が多かつた.

（4）Acetic, Propionic 及び Butyric acid 以外の V.F.As は認められなかつた.

Ⅲ 要　　約

1，本実験において著者等は，Ensilage 中の V.F.As を Paper partition chromatography と Counter current distribution 法によつてそれぞれ定性と定量を行つた.

2，Paper partition chromatography は一次元上昇法で行い，移動相としては水飽和 n-Butanol (1% ammonia) を用いた.

3，Counter current distribution では，移動相として水飽和 n-Butanol, 固定相として n-Butanol 飽和水を用いた.

1回の分配では80回の振盪を行い，49回の分配を行つた.

4，以上の方法で Ensilage 中の V.F.As. は比較的に容易かつ正確に定性と定量が出来た.

5，Ensilage 中の Acetic acid は 0.7～1.3 %の間にあつて，原料の種類或は品質の善し悪しには関連がない．しかしながら Butyric acid は Ensilage の品質が悪いもの程その含量が多かつた.

Red clover で造つた Ensilage には少量の Propionic acid が含まれていたが，玉蜀黍を原料としたものには含まれていなかつた.

文　　献

1. Burton H.S., Nature, **173** 127 (1954)
2. Friedemann T.E., J. Biol. Chem., **123** 161 (1937)
3. Hiscox E.R. and Berridge N.T., Nature, **166** 522 (1950)
4. Perkins A.E. and Pratt A.D., J. Dairy Seience, **34** 606 (1951)
5. Sato Y., Barry G.T. and Craig L.C., J. Biol. Chem., **170** 50 (1947)

薄荷の育種学的研究 第7報

日本薄荷と *M. rotundifolia* (L.) Hud. との F_1 の細胞遺伝学的研究*

池田長守・宇渡清六・岸本　修

Studies of mint Breeding VII

Cytogenetical studies on the F_1 hybrid which involves *M. arvensis* L. var. *piperascens* Mal. and *M. rotundifolia* (L.) Hud.

Nagamori IKEDA, Seiroku UDO and Osamu KISHIMOTO.

M. rotundifolia (L.) Hud. is nearly as wildly diffused over Europe, especially common in the western Mediterranean district. The number of chromosomes of this species is found to be 24 in somatic cells and 12_{II} at MI of PMC's. It is the least number in the species belonging to the genus *Mentha*, and so this species is supposed to be one of the prototypes or the types connected to the prototypes of *Mentha*. *M. arvensis* L. var. *piperascens* Mal. (Japanese mint) is cultivated and wildly found in Japan and China. The number of its chromosomes is found to be 96 in somatic cells and 48_{II} at MI of PMC's. The latter is one of the species having the largest number of chromosomes in *Mentha*.

The authors raised F_1 hybrid which involves both the species to see the possibility to improve the Japanese mint. In this paper the authors tried to infer the phylogenetical relationships between them as a problem of the fundamental studies of mint breeding.

The Japanese mint was pollinated by *M. rotundifolia* in 1953. The next year F_1 plant was raised. This plant was so matroclinus that the authors supposed that the cross was not sucess, until the fluorescence appeared. For instance, F_1 finely pubescent throughout; leaves lanceolate, acute on the apex, narrowed at the base, sharply serrate with low teeth, not wrinkled, greyish green, slender-petioled, as the Japanese mint. Concerning the flavour of stems and leaves, habit of runner etc, F_1 was similar to the Japanese mint too. But as to the shape of influorescence and date of flowering, F_1 was intermediate.

Anthers became atrophied, no fertile pollen was found in pollen sacs and the percentage of seeds set by means of open pollination was very low (0.05%) in the F_1 plant, as the previously reported interspecific F_1's of *Mentha*.

The number of chromosomes of F_1 was found to be 60 when examined in the root-tip cells. This is the sum of the numbers of gemini which are found at MI of PMC's in the parents. At MI of PMC's in F_1, 2-10 bivalent chromosomes were found, the mode being 6. The rest were all univalents. Consequently, it is natural that abnormality occurs in the course of formation of pollen tetrads. And only 6% of them were normal.

* 本研究の要旨は昭和30年10月，日本育種学会第9回講演会において発表．

If the authors assume that 12 is the basic numbers of chromosomes in *Mentha*, F_1 receives 4 sets (genomes) from the Japanese mint, and one set from *M. rotundifolia*. At MI of PMC's in F_1, appearance of 2-10 bivalents means that the genome of *M. rotundifolia* is partially homologous to one of the genomes of the Japanese mint, because the latter is allopolyploid and so gemini are the products of allosyndesis. From the fact above stated, it can be said that the ancestor of *M. rotundifolia* is one of the ancestors of the Japanese mint, though they are now distributed separately on the earth.

I　緒　　　言

M. rotundifolia は西部地中海沿岸地域に最も普通で，道路端や荒蕪地に野生する．北はオランダやデンマークのバルト海の島々にまで分布するが，一般に暖地を好み，北米，メキシコにも古くから帰化している．この種は薄荷属の他の種よりも乾燥に堪える能力が強いと言われる[2]．その染色体数については，HEIMANS (1938)[3] の 2n＝18 があるが，RUTTLE (1931)[10]，長尾(1941)[9]，池田，宇渡 (1954a)[5]，津田 (1954)[11] はいずれも 2n＝24 を報告する．即ち本種は薄荷属中染色体数の最少い種であり，本属の原型の一つ又はそれにつながる種と考えられる．一方日本薄荷はわが国各地や支那大陸揚子江下流地方で栽培せられ，又野生もあつて，極東の原産と考えられる．その染色体数は 2n＝96 で，本属中染色体数の最多い種の一つである．

薄荷属は種間に容易に自然雑種を作り，出来た雑種は稔性の有無にかゝわらず，根茎或は匍匐茎によつて繁殖する．それゆえ欧洲ではいろいろの種間雑種が存在すると信ぜられる．分布地域を異にする上記2種間雑種は記載されてないが，日本薄荷の近縁種である欧洲産の *M. arvensis* と *M. rotundifolia* との自然雑種が BRIQUET (1895)[1] によつて記載されている．即ち氏は，*M. carinthiaca* HOST. 及び *M. Muelleriana* F. SCH. の両種はこの自然雑種であつて，「非常に稀である」と述べている．

筆者等は *M. rotundifolia* の耐旱性，耐病性を日本薄荷に取入れる可能性を知るために，又原産地を異にする両種の類縁関係を推定するために，両者の交雑実験を行つた．此処には種間雑種 F_1 の形態的，生理的諸性質並びに核学的観察の結果を報告する．

本研究にあたり，元京都大学教授香川冬夫博士，岡山大学理学部大倉永治教授には，懇切なる御教示，有益なる御助言を賜わつた．茲にその御厚意に対して深甚の謝意を表する．

II　実験材料及び方法

本実験に用いた交雑親〔3〕* *M. rotundifolia* (L.) HUD. 及び *M. arvensis* L. var. *piperascens* MAL.（日本薄荷，品種〔28〕白花種，〔35〕三美）は共に岡山県立農業試験場倉敷分場の品種保存栽培系統である．〔3〕の原産地からの輸入経路はわからない．〔28〕は倉敷市安江産，〔35〕は倉敷分場育成，共に経済栽培品種である．雑種 F_1 は日本薄荷を母とし，*M. rotundifolia* を父としたもので，その育成経過は次の如くである．

F_1 の育成経過．1953年正逆両交雑を 213 花について行い，種子 29 個を得た．翌年播種して3個の F_1 植物を得たが，発芽後間もなく及びその年の冬に夫々1個体宛枯死し，1955 年実験に供し得たのは1個体〔$F_1$2〕のみであつた（第1表）．

〔　〕* 内の番号は本研究室登録系統番号．

Table 1. Process of F_1 breeding

Parents by line no.	1953			1954	1955
	No. of flowers crossed	No. of seeds acquired	% of seeds set	seeds germinated	F_1 lines raised
〔3〕×〔35〕	32	12	9.38	1	0
〔28〕×〔3〕	89	13	2.34	2	1
〔35〕×〔3〕	92	4		0	0
Total	213	29		3	1

Note: 〔28〕,〔35〕 Japanese mint 〔3〕 *M. rotundifolia*

体細胞染色体の観察は根端細胞により，又減数分裂の観察は花粉母細胞によつた．而して何れにおいても前報[7] と同様の固定，観察法を用いた．

III 観 察 結 果

（1）営養器官の外部形態

F_1 の外部形態は日本薄荷に近い．

葉：*M. rotundifolia* は卵円形又は広楕円形，鈍頭，心脚，無柄，葉脈深く皺多く，葉縁には波状の鈍い鋸歯を持つ．色は稍黄味を帯びた鮮明な緑色．日本薄荷は披針形乃至長楕円形，鋭脚，有柄，皺無く，上半部に粗な鋭鋸歯を持つ．色は灰色がかつた緑色．F_1 の葉の諸形質は日本薄荷のそれと変らない．

花序：*M. rotundifolia* は短い，花の密生した円柱状の穂状花序が，梢頭枝端に頂生している．日本薄荷では，花は茎の中央部以上の葉腋に簇生し，短い花梗の先端に着き，輪繖花序を形成する．F_1 では花房が葉腋から腋出しているが，梢頭に進むに従つて葉は短小となり，花期の終に近づき，花が咲き進むと，枝端は穂状を呈するようになる．即ち既報の日本薄荷との雑種の F_1[7,8] より一層日本薄荷に近い形状を示す．

その他 *rotundifolia* の茎葉には特有の分枝せる綿毛が密生し，日本薄荷には分枝しない短毛を密布する．然るに F_1 は無毛に近く，只萼の裂片上に棘毛の発達が著しいのみで，*rotundifolia* 親の分枝毛茸は見られない．花冠の色は *rotundifolia* では白色に近い極淡い紫色，日本薄荷では「白花種」という品種名が示す如く純白，F_1 は淡紫色で，且花弁にかすかな紫斑があり，両親の何れよりも着色度が高い．又 F_1 は茎，葉縁（特に若葉），萼の裂片部にアントキアンによる着色が顕著だが，両親にはない．

（2）生理的性質

M. rotundifolia は早生で例年7月上旬（1955年には7月4日）に開花する．日本薄荷（白花種）の開花は8月中旬（1955年には8月13日）であるが，F_1 は7月下旬（1955年には7月25日）に開花した．即ち F_1 の開花始期は丁度両親の中間である．日本薄荷の茎葉はメントールの芳香を持ち，*rotundifolia* の茎葉はそれとは別の特異な芳香を持つが，F_1 の茎葉の香は日本薄荷に近い．繁殖茎の習性も F_1 は日本薄荷の如く地下性で，*rotundifolia* のそれが匍匐枝となつて地上を走るのとは著しく趣を異にする．

（3）生殖器官

既報日本薄荷品種[6,7,8] と同様，白花種は葯は完全であり，花粉の 73 %は醋酸カーミンに染ま

る稔性花粉である。又放任で36%の結実率を示した．

M. rotundifolia は年によつて若干の完全葯を着け，その中には醋酸カーミンに染まる有効花粉を容れる（1953年の調査によれば完全葯率約0.1%，完全葯中の稔性花粉87.6%）が，1955年の調査では完全葯，従つて有効花粉は全く見られなかつた．花粉の生長を追跡すると開花4～5日前までは正常に発育するが，3日位前から生長を中止し内容を失つて開花前日には全く萎縮し

Table 2.　Frequency of completely developed anthers

Line no.	No. of completely developed anthers in one flower					Total		% of completely developed anthers
	0	1	2	3	4	Anthers	Flowers	
〔3〕	100	0	0	0	0	0	100	0
〔$F_1$2〕	400	0	0	0	0	0	400	0
〔28〕	0	0	2	1	97	395	100	98.8

Table 3.　Pollen fertility determined by acetocarmine staining

Line no.	No. of pollens			Pollen fertility
	Fertile	Sterile	Total	%
〔3〕	no fertile pollen found			0
〔$F_1$2〕	〃			0
〔28〕	183	67	250	73.2

Table 4.　Percentage of seeds set by means of open pollination

Line no.	No. of flowers tested	No. of seeds acquired	% of seeds set
〔3〕	100	184	46.00
〔$F_1$2〕	1000	2	0.05
〔28〕	100	145	36.25

てしまう.* しかるに放任受精せしめた場合の結実率は約46%を示した.**

F_1 においては雄性配偶子は不完全な4分子形成後，発育を停止して退化するようで，痕跡を示す葯の内容は空虚で，萎縮未完成の花粉粒さえも見られない．結実率も低く，1000個の花を調査して2個の種子を得たに過ぎなかつた．

（4）細胞学的観察

日本薄荷（白花種）は 2n=96[4]，MI では 48_{II}，MII では両娘核に夫々 48_I が見られ，既報品種[6,7]と同様成熟分裂は正常であつた．又 *M. rotundifolia* は 2n=24[5]，MI には 12_{II}，又 MII には両核板共12_I が観察され，共に異常は認められなかつた．

* 本実験の交雑親とした *rotundifolia*〔3〕の系統は上記の如く雄性生殖器官の発達が悪いが本研究室保存の *rotundifolia* の他の三系統では雄性生殖器官は全く正常で，その中の一系統〔181〕は完全葯率97.5%，完全葯中の稔性花粉は91.7%であつた．

** この理由に就いては目下研究中である．

根端で調査した F_1 の体細胞染色体数は予期の如く60であつた．MI には多価染色体の出現なく，2価染色体と1価染色体のみであつた．2価染色体の出現頻度は第5表に示す如く2乃至10，モードは6である．後期には多くの遅滞染色体を残す．

Table 5.　Chromosome configurations at MI of PMC's in F_1 line

Type	2_{II} + 56_{I}	3_{II} + 54_{I}	4_{II} + 52_{I}	5_{II} + 50_{I}	6_{II} + 48_{I}	7_{II} + 46_{I}	8_{II} + 44_{I}	9_{II} + 42_{I}	10_{II} + 40_{I}	Total
Frequency	1	2	3	5	8	4	2	1	1	27

花粉4分子は第6表に示す如く，両親に於いて異常は稀である．F_1 に於いては MI における染色体の行動からも想像される如く，AII における染色体の分配は不規則で，正常4分子の生ずる率は僅6％に過ぎなかつた．2分子，3分子の如き巨大分胞子或は小数染色体を含む小分胞子が出現し，一般に分胞子の数は正常の数4に充たない．このように巨大分胞子の出来る頻度の高いことは，MI に現れる数多い1価の残留染色体が，日本薄荷×オランダハツカの F_1 の場合と同様，隔膜の新形成を妨げるためと考えられる．

Table 6.
Irregularity of pollen tetrad

No. of normal type spores	No. of small type spores	Frequency		
		〔28〕	〔F_1 2〕	〔3〕
1	0		7	
1	1		3	
2	0		94	
2	1		34	
2	2		14	
3	0	6	25	8
3	1		9	
4	**0**	**95**	**12**	**92**
4	1		2	
Total		101	200	100
% of normal tetrads		94.1	6.0	92.0

IV　考　　察

薄荷属の種間には12を基本染色体数とする倍数関係があり[5]，12個の染色体をもつてゲノムを構成するものと仮定すると，体細胞染色体の観察の結果，F_1 植物の染色体構成は日本薄荷からの4ゲノムと *M. rotundifolia* からの1ゲノム，計5ゲノム（2n＝60）であると考えられる．この F_1 の MI において，2乃至10個の2価染色体が現れる事は，F_1 が含む5ゲノム中3ゲノムは非相同であり，残りの2ゲノムは部分相同であることを意味する．但後者は12個の染色体中10個まで接合能力をもつ．既報[6]の如く，日本薄荷は異質倍数体と考えられるから，部分相同の2ゲノムは日本薄荷及び *M. rotundifolia* から，それぞれ1組宛来たもので，従つて2価染色体は異親接合と考えるのが妥当のようである．

津田[8]は *M. rotundifolia* の PMC の減数分裂の際に，ディアキネシスにおける4価染色体，MI, MII における第2次接合，第1分裂における染色体の非還元，又第1，第2分裂の後期，終期における遅滞染色体等の異常を観察して，本種を同質4倍体，或は少くとも親和力の高い6染色体より成る4ゲノムを有する4倍体であると推定している．もしこの推定が正しいとするならば，F_1 の2価染色体の一部は *rotundifolia* の染色体の同親接合であり，従つて残りは日本薄荷の同親接合ということにならねばならない．併し筆者等の観察では（1）両親種の

PMC の MI において4価染色体の出現がない．（日本薄荷では第3報，第4報，第5報のいずれの観察においても認められなかつた.）（2）既報日本薄荷×オランダハツカの F_1（第4報）及び日本薄荷× *M. spicata* の F_1（第5報）の PMC の MI において，4価染色体の出現や，日本薄荷から来た染色体の同親接合と確認されるような場合がなかつた．（3）本報の雑種 F_1 の PMC の MI においても（その観察数は多くないが，観察の範囲内で）4価染色体が見られず又2価染色体の出現が12を越えない．即ちこれらの観察からは同親接合であるという考えを積極的に支持する材料は得られなかつた.

依つて筆者等の見解の如く異親接合と見るならば，日本薄荷の4ゲノム中の1ゲノムは *M. rotundifolia** のゲノムと部分相同であることゝなる．この事実によつて，日本薄荷は現在こそ *M. rotundifolia* と分布区域を異にしているが，その進化のある時期に，両種の祖先は共通の分布区域を持ち，その際前者は後者の染色体を併呑したと推定することは出来ないだろうか.

V 摘　　要

1．日本薄荷 × *M. rotundifolia* の F_1 は外部形態的に日本薄荷に近い．又若葉の香気，繁殖茎の性状等も日本薄荷と変らない．併し花序の形，開花期等若干の形質は両親の中間であつた.

2．F_1 は葯が退化し，葯中には稔性花粉を含まない．又放任受精の場合殆んど種子を着けない.

3．PMC の MI において，*M. rotundioflia* では 12_{II}，日本薄荷では 48_{II} が観察される．F_1 の体細胞染色体数はその和の60に等しい.

4．F_1 の PMC の MI における2価染色体の出現頻度は2～10で，モードは6，残りはすべて1価染色体であつた．従つて当然花粉4分子形成の際にも，染色体の分配に異常が起り，正常4分子の出現率は6％に過ぎなかつた.

5．12個を薄荷属の基本染色体数とするならば，F_1 は4ゲノムを日本薄荷から，又1ゲノムを *M. rotundifolia* から受けている．この F_1 の PMC の MI に2乃至10個の2価染色体の出現することは（日本薄荷は異質倍数体であり，従つてこれら2価染色体は異親接合と考えられるから）両親間に，1部分相同ゲノムのあることを意味し，*M. rotundifolia* の祖先は日本薄荷の祖先の一つであるとの推定を可能ならしめる.

引　用　文　献

1) Briquet, J. 1895: *Labiatae*. In Engler und Prantl, Natuerliche Pflanzenfamilien. IV Teil, IIIa. 317～324.

2) Hegi, G., Gamo, H. und Marzell, H. 1914: Illustrierte Flora von Mitteleuropa. V Band. 4 Teil. 2335～2357.

3) Heimans, J. 1938: Chronica Botanica **4**, 389. **

4) 池田長守，小合龍夫，1954：薄荷の育種学的研究 第1報，日本薄荷の染色体数について．岡山県立農業試験場臨時報告，第49号．69～74.

* 本実験に用いた〔3〕系統と一応限定したい．というのは〔3〕は既述の如く雄性配偶子の形成に異常があつて，本種一般と同様に論ずることは出来ないかも知れぬ.

**印間接引用

5) 池田長守，宇渡清六，1954a： 薄荷の育種学的研究 第2報，核学的考察に拠る薄荷属の系統学的研究．岡山大学農学部学術報告，第4号．43～49.

6) 池田長守，小西猛郎，1954b： 薄荷の育種学的研究 第3報，日本薄荷の人為倍数体．岡山大学農学部学術報告．第5号，1～9．

7) 池田長守，宇渡清六，1955a： 薄荷の育種学的研究 第4報，オランダハッカ及びこれと日本薄荷とのF_1の細胞遺伝学的研究．岡山大学農学部学術報告，第6号．12～19.

8) 池田長守，宇渡清六，1955b： 薄荷の育種学的研究 第5報，日本薄荷と *M. spicata* L.(pilose form)との F_1 の細胞遺伝学的研究．岡山大学農学部学術報告，第7号．1～7．

9) 長尾正人，1941：薄荷草属の細胞遺伝学的研究，札幌農林学会報，**32**～**158**. 28～36.

10) Ruttle, M. L. 1931 : Cytological and embryological studies on the genus *Mentha*. Gartenbauwiss. **4**. 425～468.

11) 津田周彌，1954： 薄荷属植物の細胞学的研究 (1) 育種学雑誌，第3巻，第3，4号．7～14.

Fig. 1. *M. arvensis* L. var. *piperascens* MAL. variety *Sirobana*. (×1/3)

Fig. 2. *M. rotundifolia* (L.) HUD. (×1/3)

Fig. 3. [F_1 2] (×1/3)

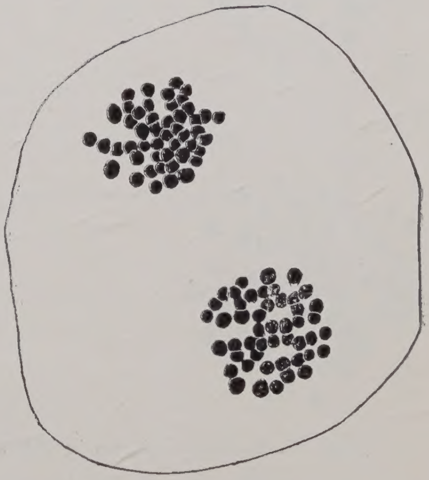
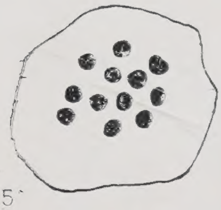
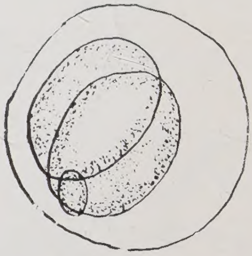
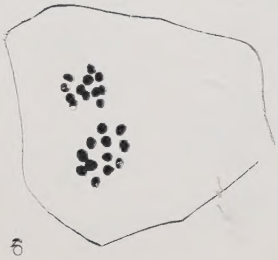


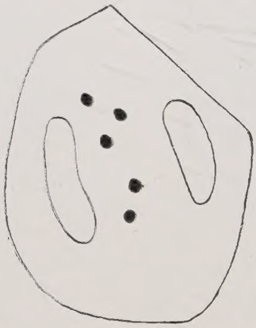
Fig. 4. Polar view at MII in *M. arvensis* L. var *piperascens* MAL. (×2500)

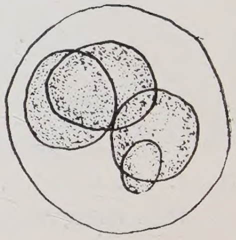

5

9


11


6


10


12

7

13

8

Fig. **5, 6.** Meiotic figures in PMC's of *M. rotundifolia* (L.) Hud. ×1800

5. MI, 12_{II} **6.** MII $12_{I}-12_{I}$

Fig. **7～10.** Meiotic figures in PMC's of 〔$F_1$2〕. ×1800

7. Diakinesis, $8_{II}+44_{I}$ **8.** MI $6_{II}+48_{I}$ **9.** MI $5_{II}+50_{I}$

10. TI with lagging chromosomes.

Fig. **11, 12.** Abnormal pollen tetrads of 〔$F_1$2〕. ×1100

Fig. **13.** Somatic plate of 〔F_1 2〕. 2n=60 ×2500

岡山大学農学部学術報告　第8号

昭和31年3月26日印刷
昭和31年3月31日発行

岡山市津島
編輯兼発行者　岡山大学農学部

岡山市上西川225
印刷所　株式会社西尾活版所